

# تحليل الخريطة الدستورية

## باهتمام جمرولوجي

الدكتور طه محمد جاد  
ليسانس ( بمرتبة الشرف )  
ماجستير ( امتياز )  
دكتوراه ( مرتبة الشرف الاولى )  
كلية الآداب - جامعة عين شمس

---

الطبعة الثانية

---

١٩٨٤

مكتبة الأنجلو المصرية  
١٦٠ شارع زعيم



# تحليل الخريطة الدستورية

## باهتمام جعفر علوج

الدكتور طه محمد جاد  
ليسانس ( بمرتبة الشرف )  
ماجستير ( امتياز )  
دكتوراه ( مرتبة الشرف الأولى )  
كلية الآداب - جامعة عين شمس

الطبعة الثانية

١٩٨٤

الناشر  
مكتبة الأنجلو المصرية  
١٦٤ شارع محمد عبد القادر



## مقدمة

الخريطة الكنتورية مصدر هام من مصادر البحث الجرفولوجي (الجيومورفولوجي). وهكذا فينبغي لدارس الجرفولوجية أن يلم جيداً بتحليل الخريطة الكنتورية، كما ينبغي لدارس الخرائط أن يلم بذلك. وإن المعرفة الجيدة بالخريطة الكنتورية مع الخلفية المناسبة في مبادئ الجرفولوجية تيسر لفاحص الخريطة أن يتوصل إلى أسلم وأهم ما تحتويه الخريطة أو ما تشير إليه من بيانات.

وهنا نحن بإزاء محاولة لتوضيح العالم الأساسية لتحليل الخريطة الكنتورية. ويحد القارئ أن معظم التحليل هو تحليل جمرقولوجي الطابع. ولا يدعى الكاتب أن كل ما جاء هنا جديد فيما كتب بالعربية. فما يشار إليه كتاب الأستاذ د. محمد صبحي عبد الحكيم، د. ماهر اللينى (الرجع رقم ٤). وكذلك كتاب د. محمود عصفور، د. عبد الرحمن الشرنوبى (الرجع رقم ٥). الذى شاركهما المؤلف فيه وإن لم يكن اسمه قد ظهر على هذا الكتاب. كذلك مما يشار إليه مقال الأستاذ د. على شاهين (الرجع رقم ٣). أما من المراجع الأجنبية فيبرز ماورد في كتاب الأستاذ «منكهاوس» (الرجع رقم ٧).

إلا أن القارئ يجد في هذا الكتاب عدة موضوعات جديدة لم يسبق لكتب عربية أن تناولتها. كما يجد بعض النقاط وبعض الرسوم التوضيحية التى هى خلاصة خبرة الكاتب الطويلة في تدريس الخرائط والجرفولوجية.

ويندرج ما ورد من موضوعات تحت ثلاثة فصول رئيسية. فهناك فصل

يختص ببعض التعريفات والتوضيحات الأساسية . ومن أهم ما وود في هذا الفصل مجموعة من الأمثلة الكنتورية التي تفيد طالب الجغرافية إلى حد كبير . ثم يجد القارئ في الفصل الثاني تحليلاً مورفومترياً للخريطة الكنتورية . والتحليل المورفومتري للخريطة هو مرادف لتحليل الكمي Quantitative للخريطة . ثم يجد القارئ فصلاً موجزاً عن بعض الجوانب التطبيقية للخريطة الكنتورية .

ومما ينبغي ذكره هنا أن معظم الأمثلة الكنتورية التي وردت والتحليلات المرتبطة بها تقوم على أساس خبرة الكاتب بالخريطة التفصيلية أى كبيرة المقياس . أما التحليلات والاستنتاجات التي تتعلق بالخرائط صغيرة المقياس فلم تحظ بصيب كبير هنا لقلة أهميتها نسبياً في الدراسات التفصيلية .

والمرجوا أن يكون هذا الكتاب مفيداً لطلاب الجغرافية وخاصة في دراستهم للمادتين الخرائط والجغرافية . ولعل فيه بعض الفائدة للمهتمين بالدراسات التضاريسية من غير الجغرافيين .

والله ولي التوفيق

لمحمد جواد

القاهرة ، ١٩٧٨

## تعريفات وتوضيحات أساسية

مقدمة :

هناك ما يعرف بالخرائط الطبغرافية ( الطبوغرافية ) . ومن أم ما توضحه هذه الخرائط بعض خصائص التضاريس وخاصة مناسيب سطح الأرض بالنسبة لمستوى سطح البحر . ومن المعروف أن اللوحات الطبغرافية تحتوي على بيانات غير تضاريسية كالطرق والسكن . وأصبح من المفهوم أن الخرائط الطبغرافية هي تلك التي تحتوي على بعض الملامح التضاريسية على الأقل إن لم يكن الطابع العام للخرائط هو توضيح التضاريس بصفة رئيسية ، وذلك بإحدى الطرق التي سورد ذكرها .

بعبارة أخرى يمكن القول أن خريطة توضح بيانات بشرية فقط كمناطق السكن والطرق والجبال ... إلخ لا تعتبر خريطة طبغرافية . كما أن خريطة كبيرة المقياس ( تفصيلية ) لمدينة ما أو قرية ما لا تعتبر خريطة طبغرافية .

وهناك طريقة عالمية لتمثيل التضاريس من حيث شكلها العام ومناسيبها بالنسبة لسطح البحر وهي طريقة خطوط السكتور . وتعد هذه الطريقة هي أحسن الطرق على الإطلاق في هذا الصدد وإن كانت لا تسلم تماماً من أوجه النقص أو الخطأ . وسوف نتناول الخريطة السكتورية باهتمام تفصيلي لسكن لعله من المستحسن أن نعرض بإيجاز شديد لبعض التعريفات والطرق الأخرى التي تختص بتمثيل وتحليل التضاريس .

ومما ينبغي ذكره هنا أن الخريطة السكتورية قد تضم إحدى الطرق الأخرى

كطريقة مساعدة زيادة في دقة تمثيل مناسيب وشكل سطح الأرض . وعادة ما تستعمل نقط المناسيب ، كما قد تستعمل طريقة التشير مع خطوط السكتور . ويتضح هذا في اللوحات التفصيلية على وجه الخصوص .

ومن الواضح أن خريطة يغلب عليها طابع تمثيل التضاريس بخطوط كمتورية تسمى بخريطة كمتورية . أما إذا غلب عليها طابع التمثيل بطريقة أخرى فتنتم بهذه الطريقة كخريطة الهاشور أو خريطة نقط مناسيب . أما إذا احتوت الخريطة عدداً متنوعاً من طرق تمثيل التضاريس فيمكن تسميتها بخريطة تضاريسية متنوعة الطرق ، وهذا النوع قليل . ويلاحظ أن الخرائط التي تحتوي على أكثر من طريقة لتمثيل التضاريس بالإضافة إلى بعض البيانات البشرية يفضل تسميتها بالخرائط الطبغرافية . كما يلاحظ عموماً أن طريقة السكتور تسود معظم الخرائط التضاريسية نظراً لدقتها وسرعة قراءتها وفحصها بحيث نجد أن البعض يقصد بالخرائط الطبغرافية خريطة كمتورية .

### الهاشور :

خطوط الهاشور هي خطوط قصيرة جداً ترسم في اتجاهات انحدار سطح الأرض . ويراعى في رسمها أنه كلما كان الانحدار شديداً يرسم عدد كبير من خطوط الهاشور حتى يعطى تراحها انطباعاً يشده الانحدار . كما يمكن بدلاً من ذلك أن ترسم الخطوط بسمك أكبر في المنحدرات الشديدة مما يرسم للمنحدرات الطفيفة .

والواقع أن خريطة الهاشور تعد قليلة الأهمية نسبياً إذا قورنت بالخريطة الكمتورية . فبدون إضافة بعض نقط المناسيب التي تبين مناسيب سطح الأرض إلى خريطة الهاشور فإنه لا يمكن تحديد ارتفاع أو انخفاض



سطح الأرض . إلا أن التمشير يستعمل عادة كطريقة إضافية في الخرائط الكنتورية . وهنا تعتبر هذه الطريقة ذات فائدة في توضيح المنحدرات الشديدة جداً والجروف . كما أنه يمكن بواسطتها توضيح التلال الصغيرة التي لا يسهل تمثيلها بخطوط الكنتور لعدم مناسبة مقياس رسم الخريطة .

### نقط المناسيب :

لا تفشر الهيئات العالمية المختصة عادة خرائط تمثل السطح بنقط المناسيب . ولكننا نجد نقط مناسيب في مساحات مرموقة من بعض الخرائط التضاريسية . هذا بالإضافة إلى أن بعض نقط المناسيب يمكن أن تتخلل بعض المساحات الكنتورية زيادة في الدقة والتوضيح . كذلك عادة ما تضاف نقط المناسيب إلى خرائط الهاشور .

ولهم هنا أن يذكر أن نقطة المنسوب هي في العادة نقطة عادية في الخريطة يكتب فوقها أو إلى جوارها رقم يمثل منسوبها بالنسبة لسطح البحر . ولكن قد لا نجد النقط في بعض اللوحات ونجد أرقاماً فقط . وتمثل هذه الأرقام مناسيب أما كتبها بالنسبة لسطح البحر . وتعتبر أما كتبها في هذه الحالة هي أما كن نقط المناسيب . ومن الواضح أن ذلك يحدث في حالة كثرة نقط المناسيب بدرجة كبيرة بحيث يصبح من المستحسن عدم وضع النقط . وبمراجعة بعض لوحات أطلس مصر الطبغرافي ١ : ٢٥٠٠٠٠ مثلاً يمكن تبيين هذه الحالة .

وتعتبر طريقة نقط المناسيب على درجة عالية جداً من الدقة في التعبير عن مناسيب أما كتبها . وهي تفوق في ذلك على كل الطرق الأخرى . إلا أن من أهم عيوبها أنها لا تعطى بسهولة منظرًا محددًا وواضحًا عن الشكل العام

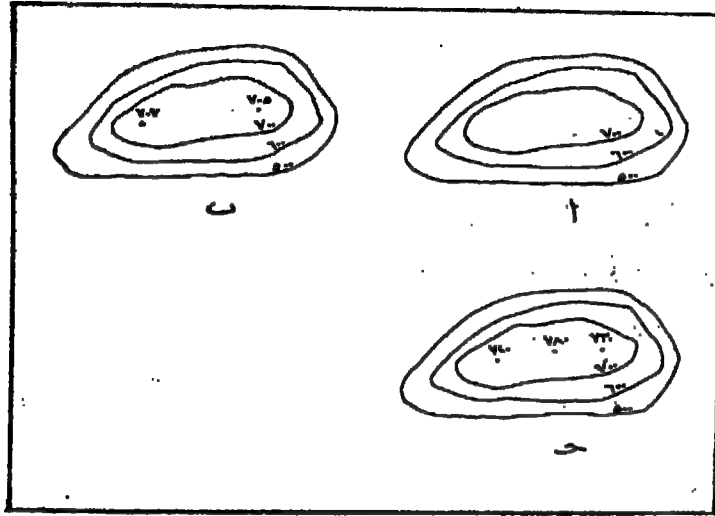
للتضاريس بالمنطقة على غرار ما يمكن تمييزه من خطوط الكنتور أو الماشور. ولهذا السبب فإن طريقة نقط المناسيب تتبع بصفة مساعدة لطريقة خطوط الكنتور أو الماشور.

ولتوضيح أهمية هذه النقط في زيادة وضوح ودقة مناسيب الأماكن التي توضع بها يمكن أن نورد بعض الأمثلة مما هو شائع في استخدام هذه النقط. فهناك مثلاً بعض المساحات الفسيحة ذات التضاريس النسبية الطفيفة التي يصعب فيها تمثيل السطح بخطوط كنتورية ذات فاصل كنتوري مناسب. ومثال ذلك السهول الفيضية الفسيحة كالسهل الفيضي للنيل، وبعض المساحات في أعالي المرتفعات، وفي قيعان بعض المنخفضات الكبرى. مثال آخر مناسب بعض التلال الصغيرة التي تشغل مساحة صغيرة يصعب تمثيلها في الخريطة نظراً لصغر مقياس رسم الخريطة كما سبق أن ألقنا .. الخ.

وزيادة في وضوح ذلك يمكن أن نورد قليلاً من الأشكال التوضيحية التي تبين أهمية هذه النقط في إعطاء صورة أكثر دقة عن التضاريس التفصيلية. ومما يذكر أن بعض هذه التفصيلات قد تكون ذات أهمية خاصة في بعض الدراسات التضاريسية وخاصة الجرفولوجية ( الجيومورفولوجية ).

فيوضح شكل ( ١ - ١ ) أن الخطوط الكنتورية وحدها تبين أننا بإزاء مثل يبلغ ارتفاعه ما يزيد على ٧٠٠ متر ويقل عن ٨٠٠ متر. وإذا لم تكن هناك نقط مناسيب كالتى توجد في شكل ( ١ : ب ، ج ) وهو لنفس التل فمن المتفق عليه بين الدارسين أن يحدد ارتفاع التل بالتقريب. ويقوم هذا التقريب على الاستدلال بالفاصل الكنتورى. وأغلب الظن أن الذى يسأل عن ارتفاع التل في الحالة الأولى أى بدون نقط المناسب فإن الإجابة هي ٧٥٠ متراً.

ينما يلاحظ أنه يمكن أن يكون أكثر من ذلك أو أقل كما تبين في الحالتين (ب، ح).



(شكل ١)

والمختصون بالدراسات الجرفولوجية خاصة يقدرّون أهمية شكل هذه المساحات العليا (القمم) من حيث ما إذا كانت كالحالة الثانية أو الثالثة في الشكل السابق. ففي الحالة الثانية — فضلاً عما سبق ذكره عن أهمية هذه النقاط في تحديد المنسوب بدقة — يلاحظ أن الجزء الذي تعلو ٧٠٠ متر يتميز بالاستواء تقريباً. وهذا قد يوحي لدارسي أشكال السطح بشيء ما عن البنية الجيولوجية كالتفكير بأنها أفقية الطبقات، أو أن هذا التل يمثل حرة ذات غطاء بازلتى فسيح.

بينما إذا كان هناك إلمام بخصائص البنية من مصدر آخر وعرف أن هناك طبقات مائلة فإن ذلك الاستواء في السطح يصبح محل تساؤل هام. ويتركز التساؤل في هذه الحالة على طبيعة عامل وعمليات التعرية التي تؤثر بها هذا التل، وكيف اكتسبت قوته هذا الاستواء. أما إذا تبين أنه يتكون

من إرسابات سطحية نهريّة كانت أم غير نهريّة فهذا له ارتباطاته في الدراسة الجرفولوجية أيضا .

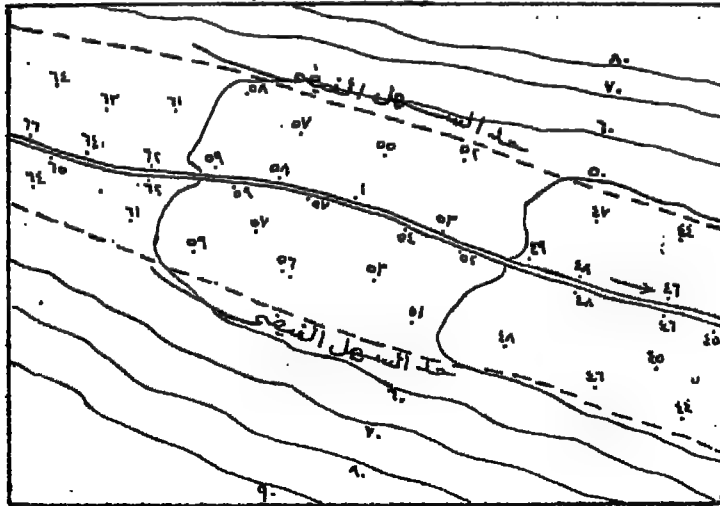
أما في الحالة الثالثة من الشكل السابق فيتميز السطح الذي يعلو ٧٠٠ متر بالتحدّب على غير ما هو الحال في المثال السابق . وهذا يثير أيضا تساؤلات تتعلق بالبنية وبطبيعة عامل وعملية التعرية مما لا مجال للتوسّع فيه . ومما يمكن التلميح إليه هنا احتمال أن تكون البنية متجانسة ليثولوجيا ( من حيث نوع الصخر ) ، أي لا توجد طبقة صلبة في الجزء العلوى من التل . كذلك يبرز احتمال تأثير التل في مراحل تطوره الأخيرة على الأقل بظروف تعرية رطبة .

و نعود إلى القول بأن وجود نقط مناسب على السطح العلوى لمثل هذه التلال يمدنا بمعلوماتين . الأولى هي المنسوب ، والثانية هي الشكل العام من حيث كون هذا السطح العلوى محدبا أو أفقيا . ولهاتين المعلومتين أهمية أخرى فيما يتعلق بتحديد الأجزاء المرتبة والأجزاء المحتجبة خلف مثل هذه التلال بالنسبة للمقيمين أو المتجولين في الأراضى المزرعة . كذلك تفيد في جواب أخرى مثل إمكانية القصف . وهناك أمثلة أخرى توضح أهمية نقط المناسيب في تحديد الدقيق لمواقع أو امتداد بعض المشروعات الأخرى كشق الترع والمصارف ، أو تحديد المساحات الصالحة للرى برفع الميلاء في حدود معينة . إلخ . وسوف نعرض لبضع نقاط في هذه الجوانب التطبيقية في الفصل الأخير .

وقبل الانتهاء من الكلام عن نقط المناسيب يمكن أن نورد مثلا أخيرا زيادة في توضيح أهميتها . فنلاحظ أن ما يعرف بالجسور الطبيعية

للأنهار natural lovées لا تظهرها الخطوط السكتورية عادة . ويرجع ذلك إلى أن هذه الجسور ذات ارتفاع محلي طفيف لا يتعدى بضعة أمتار وقد لا يصل إلى المتر . هذا فضلا عن أن هذه الجسور إن وجدت لا تمتد بمحاذاة الجرى بصورة مستمرة . إلا أنه بالفحص الجيد لخريطة تضاريسية تحتوي على عدد وفير من نقاط المناسيب يمكن أن نثبت مثل هذه الجسور .

وبوضح شكل ( ٢ ) نموذجاً لواد نهري في مرحلة متقدمة ذى سهل فيضى فيصح بوجود به ما يعرف بالجسر الطبيعي . ذلك أن هناك أجزاء مرتفعة نسبياً إلى جوار الجرى تزيد نحو متر عن بقية الأجزاء في السهل الفيضى . فإذا قارنا عدداً من نقاط المناسيب التى تقع على خط عمودى على السهل الفيضى يمكن أن نثبت هذا الفرق .



( شكل ٢ )

### خطوط الكنتور :

خط الكنتور هو خط تساوى النسوب أى خط تساوى الارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لسطح البحر<sup>(١)</sup> . ومن المفروض أن أى خط كنتور يمر بنقط متساوية النسوب ولكن ذلك لا يتحقق تماما فى كل الحالات . ويرتبط بتعريف خط الكنتور ما يعرف بالفاصل ( الفارق ) الكنتورى . ويقصد به الفرق بين منسوبى خطى كنتور متتاليين . ونعرض بعد قليل لتغيير الفاصل الكنتورى . وقبل الدخول فى الدراسة التفصيلية للخريطة الكنتورية فمن المستحسن أن نورد شكل ( ٣ : ١ ، ب ) ليعين فكرة تساوى النسوب فى الخريطة الكنتورية . ويمثل ( ١ ) من هذا الشكل بعض التضاريس بصورة مجسمة بينما يمثل ( ب ) خريطة كنتورية تمثل هذه الأشكال التضاريسية .

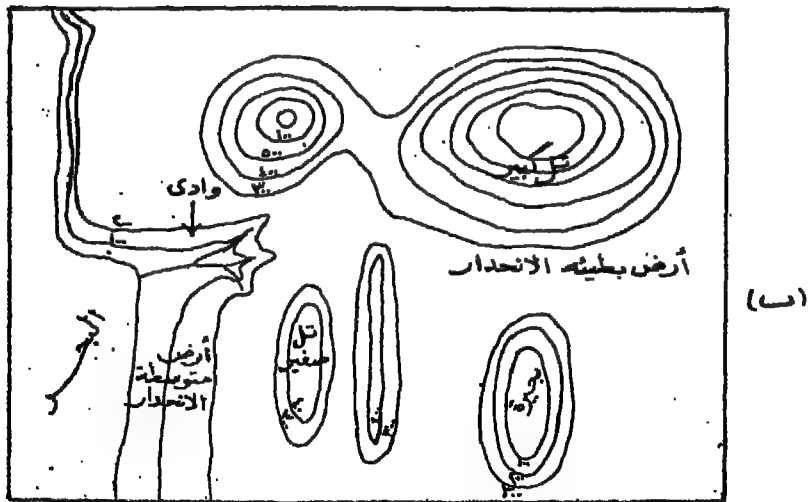
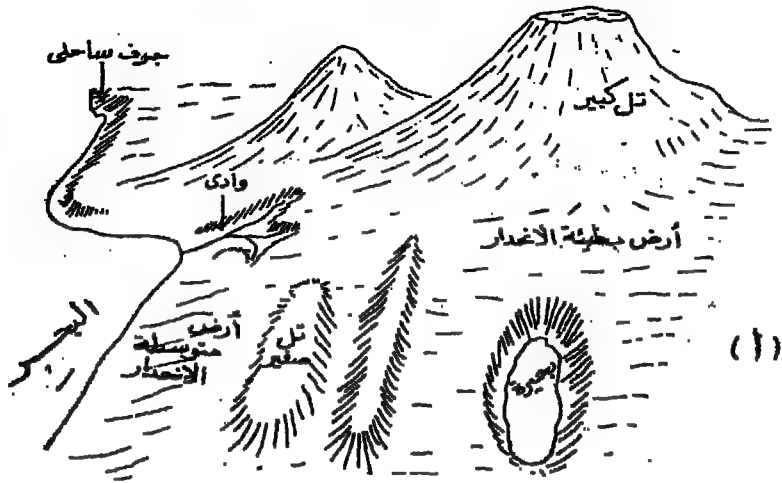
ويلاحظ أن أغلب الخرائط الكنتورية لا تخلو من بعض نقاط المناسيب وبعض الماشورات زيادة فى تمثيل التضاريس تمثيلا دقيقا . ولكن المظهر العام للخريطة مع ذلك يبقى كخريطة كنتورية فى المقام الأول .

وعما تجدر الإشارة إليه أيضاً أن هناك درجة من التبسيط ( التعميم ) فى الخطوط الكنتورية كلما صغر مقياس رسم الخرائط بحيث نجد تعميمات كبيرة فى الخرائط المليونية . وقد يتسبب هذا التبسيط فى الظن خطأ بأن ما يوجد فى بعض اللوحات نصف المليونية والمليونية مثلاً من خطوط تساوى ليست خطوط

---

(١) صارت معظم المناسيب منسوبة لسطح البحر أى لا توجد خرائط تنسب فيها الخطوط إلى مستويات مقارنة على رجا باستثناءات لطيفة كـ بعض الخرائط الخاصة بمناطق غير ممسوحة على نطاق واسع .

— ١٣ —



(شكل ٣: ١، ب)

كنتورية . فالحقيقة أن هذه الخطوط هي خطوط كنتور ولكنها معممة بقدر يناسب مقياس رسم الخريطة . ذلك أن كثيراً من تعرجات الكنتور تُحذف فضلاً عن توسيع الفاصل الكنتوري . أما التلوين بين هذه الخطوط فهو لزيادة وضوح الخريطة . بعبارة موجزة ينبغي ألا ننسى أن الخطوط الفاصلة بين درجات الألوان في الخرائط التضاريسية العامة هي خطوط كنتور مبسطة ( معممة ) إلى حد ما .

إلا أن الكلام عن الخريطة الكنتورية هنا وفي معظم المصادر يتركز على الخرائط الكنتورية التفصيلية أى ذات المقياس الكبير . فهذه الخرائط التفصيلية ( مثلاً ١ : ٢٥٠٠٠ و ١ : ٥٠٠٠٠ ) تحتوى بطبيعة الحال على خطوط كنتورية أقل تبسيطاً من الخرائط الأصغر . كما أن الفاصل الكنتوري عادة ما يكون صغيراً في الخرائط التفصيلية . ومع ذلك فلا ينبغي الاعتماد بأن الخرائط التفصيلية تخلو من التعميم تماماً .

ولاشك أن الخطوط الكنتورية هي أحسن الطرق في تمثيل التضاريس . ويعرف المختصون ذلك جيداً لدرجة أن التصوير الجوى لم يقن عن استعمال الخرائط الكنتورية . فإن الهيئات المختصة بعدما تستحوذ على صور جوية لمنطقة ما عادة ما تقوم باستخراج خرائط كنتورية من هذه الصور إذا لم تكن هناك خرائط دقيقة قبل التصوير الجوى . بل إن التصوير الجوى قد يتم بفرض عمل خرائط كنتورية بصفة رئيسية أحياناً .

ومن مميزات الخطوط الكنتورية ما يأتى :

١ - أن الخطوط الكنتورية توضح الشكل العام للتضاريس التي تمثلها



الخريطة توضيحاً سريعاً. فإذا نظر إلى الخريطة الكنتورية يمكن في ثوان تبين الأجزاء المرتفعة والأراضي الواطئة. كما يمكن تبين السهول والمنحدرات. وبهذا فإن الخطوط الكنتورية تعادل أو تفوق طريقة الهاشور في توضيح الشكل العام للتضاريس. بينما هي أفضل بكثير في هذا الصدد مما لو كانت التضاريس ممثلة فقط بنقط المناسب. ذلك أن استيضاح الأشكال الرئيسية للتضاريس من خريطة بنقط المناسب يستغرق وقتاً طويلاً.

٢ — يلاحظ أن الخطوط الكنتورية توضح أيضاً بسهولة بعض تفصيلات أشكال السطح كأشكال المنحدرات (منحدر محذب، منحدر مقعر، منحدر مستقر)، والجروف وغيرها، مع إعطاء الفارق التضاريسي في نفس الوقت. وهذا مما لا يتيسر باستعمال خرائط الهاشور. فإن تلاصق خطوط الكنتور مثلاً يعني شدة الانحدار جداً، أي أننا بإزاء جرف. ويمكن أن نعرف منسوب حضيض الجرف وقته وبالتالي يمكن أن يحسب ارتفاعه الهلي. ومن خطوط الهاشور ونحدها لا يمكن حساب ذلك. أما التعذب أو التقعر أو الاستمرار في الانحدار فيصعب تمثيله بالهاشور بصورة واضحة. ونظراً لأن الجروف يصعب تمثيلها نسبياً بنقط المناسب بسبب ضرورة كثرة كتابة أرقام المناسب فإن خطوط الكنتور تعد أفضل من نقط المناسب عادة. ولكن لا ينبغي أن ننسى أنه يمكن استعمال قليل من الهاشور إلى جانب خطوط الكنتور زيادة في توضيح الجروف خاصة. كما يمكن الاستعانة بعدد معقول من نقط المناسب للوصول إلى درجة أكثر دقة في تمثيل بعض التفصيلات التضاريسية. وهذا هو الشائع في أغلب الخرائط الكنتورية التفصيلية.

٣ — تعود الباحثون على تفضيل الخريطة الكنتورية واستعمالها في مجالات متعددة. وتطورت عدة طرق لتحليل الخريطة الكنتورية إلى جانب فحصها فحماً عادياً. فهناك القطاعات التضاريسية التي سنعرض لها ، كما أن هناك مجالات مورفومترية أخرى عديدة سوف نهتم بها اهتماماً خاصاً .  
ولعل تفضيل الخرائط الكنتورية وتطوير طرق تحليلها بين مختلف الباحثين في أنحاء العالم مما جعلها ذات ميزة خاصة . ذلك أنها بمثابة لغة أكثر انتشاراً بين المهتمين .

### تفسير الفاصل الكنتوري :

سبق القول بأن الفاصل الكنتوري هو الفرق الرقي بين كل خط كنتوري والخط الذي يليه . ويعرف الفاصل الكنتوري أحياناً بالفاصل الرأسى . ذلك أنه الفرق في المنسوب بين كل خط والذى يليه . والفرق بين أى منسوبين يقاس في وضع رأسى بطبيعة الحال ومن ثم كانت تسميته أيضاً بالفاصل الرأسى .

وهناك بعض ملاحظات تتعلق بمقدار الفاصل الكنتوري يمكن أن نوردتها من خلال الإجابة على السؤالين الآتيين :

— متى يكون الفاصل الكنتوري صغيراً ومتى يكون كبيراً ؟

— هل الفاصل الكنتوري موحد في كل لوحة كنتورية أو في كل عدة لوحات عملت وطبعت كجموعة واحدة ؟

فيما يتعلق بالإجابة على السؤال الأول يمكن القول أن هناك عاملان

يتصكبان في مقدار الفاصل السكتورى . العامل الأول هو مقدار التضرس الحلى في اللوحة . أما العامل الثانى هو مقياس رسم الخريطة . ويلاحظ أن هذين العاملين مترابطين إلى حد كبير كما سنبين .

ونقصد هنا بمقدار التضرس الحلى مقدار التفاوت بين المناسيب . ولو بدأنا بالكلام عن الحالة التى يكون فيها الفاصل السكتورى صغيرا يمكن القول أنه إذا كان التضرس قليلا فإن ذلك يرتبط به عادة خطوط كنتور ذات فاصل صغير . فالحالات التى تمثل فيها الخريطة أراض سهلية أو قليلة التضرس ينبغى أن يكون الفاصل السكتورى صغيرا بقدر مناسب وإلا فيمكن أن تكون الخريطة خالية من خطوط السكتور .

وإذا ضربنا مثالا على ذلك بالأرقام فيمكن القول أن منطقة يبلغ مداها التضاريسى الحلى ١٠٠ متر مثلا يمكن ألا نتبين فيها أى تضاريس إذا كان الفاصل السكتورى ١٠٠ متر أو حتى ٥٠ متر . بينما لو كان الفاصل ١٠ أمتار مثلا فيمكن أن تتضح المعالم الرئيسية للتضاريس فيها . كما يمكن أن تتضح تفصيلات أكثر إذا كان الفاصل ٥ أمتار ... وهكذا .

وعلى العكس من ذلك ، كلما كان التفاوت التضاريسى كبيرا بين جزء وآخر في المنطقة فإن ذلك يعنى ضرورة توسيع الفاصل السكتورى ، ولكن بدرجة تسمح يتمثيل التضاريس الموجودة . وقد يبرز سؤال هنا يقول ما المانع أن يكون الفاصل السكتورى صغيرا وتمثل كل التضاريس مهما كان التفاوت الحلى أو مقدار التضرس . والإجابة على ذلك باختصار أن ذلك يستدعى عمل عدد كبير من خطوط السكتور قد تؤدى إلى ازدحام (م - ٢ الخريطة )

الخريطة بالخطوط بقدر لا يساعد على عملها أصلاً كما لا يساعد على استخدامها  
إن عملت .

وبما ينبغي التركيز عليه أن مقياس رسم الخريطة عامل هام في تحديد  
الفصل الكنتورى المناسب . وللتوضيح نفترض أن لدينا منطقة ذات  
تضاريس متوسطة مثلاً عملت لها مجموعة خرائط ذات مقياس كبير ثم عملت  
لها لوحة واحدة ذات مقياس أصغر . فن الطبيعي أن تكون الخرائط  
التفصيلية لهذه المنطقة ذات فاصل كنتورى أصغر مما هو في الخريطة ذات  
المقياس الصغير . ومرجع ذلك أنه لو افترضنا أن الفاصل الكنتورى بمجموعة  
الخرائط الكبيرة هو ٥ أمتار ومتوسط المدى التضاريسى المحلى للوحات  
٥٠٠ متر فإننا نكون بإزاء ١٠٠ خط كنتورى كمتوسط في كل لوحة .  
وقد يكون هذا عدداً مناسباً لكل من اللوحات التفصيلية ( كبيرة المقياس ) .

هذا ينبا يلاحظ أن اللوحة صغيرة المقياس من المؤكد أن مداها التضاريسى  
أكبر من المدى الخاص بكل لوحة تفصيلية . بعبارة أخرى ، تضم اللوحة  
صغيرة المقياس تضاريساً بينها تفاوت أكبر في المناسيب مما يوجد في اللوحات  
التفصيلية . وهذا يعنى بطبيعة الحال إما زيادة عدد خطوط الكنتور التى  
تمثل هذه التضاريس المتفاوتة ، إما الحفاظ على عدد ازدهام الخريطة  
بالخطوط الكنتورية عن طريق تكبير الفاصل الكنتورى . والحل الأخير  
هو ما يتبع فى أغلب الأحوال .

وقبل الإنتهاء من أثر مقدار التضرس ومقياس الرسم فى مقدار الفاصل  
الكنتورى ينبغى القول أنه ليست هناك قاعدة معينة تتحكم فى الموازنة بين  
مقدار الفاصل من ناحية ، ومقدار التضرس ومقياس رسم الخريطة من ناحية  
أخرى . كذلك يمكن أن نجد فى قليل من الحالات أن لوحة كنتورية

بمقياس رسم كبير بها فاصل كفتورى يعادل ما استخدم فى خريطة أصغر مقياساً لنفس المنطقة .

أما السؤال الثانى وهو : هل للفاصل الكنتورى فى كل لوحة كفتورية موحد ؟ فالإجابة عليه بالنفى . ذلك أنه من الملاحظ أن كثيراً من اللوحات قد يغير فيها الفاصل الكنتورى . فقد يكون ٥ أمتار مثلاً فى بعض الأجزاء ثم ٢٠ أو ٥٠ متراً مثلاً فى أجزاء أخرى .

وهناك بضعة أسباب وراء تغير الفاصل الكنتورى فى اللوحة الواحدة . من هذه الأسباب شدة التفاوت التضارىسى بين الأجزاء التى تمثلها الخريطة كذلك الحال عند وجود منحدرات شديدة أو جرف إلى جوار أرض شبه مستوية مما يتطلب تغير الفاصل الكنتورى . وسبب آخر هو التفاوت فى الاهتمام بين المناطق التى تمثلها الخريطة نظراً لظروف علمية أو تطبيقية . ونقتصر هنا على توضيح هذين السببين .

فلتوضيح السبب الأول وهو شدة التفاوت التضارىسى بين الأجزاء التى تمثلها الخريطة نفترض أن جزءاً من المساحة التى تمثلها الخريطة يحتوى على منطقة جبلية والجزء الآخر يحتوى على منطقة ذات تلال صغيرة أو أرض قليلة التضرس . فى مثل هذه الحالات يصبح من المفضل عمل لوحة أو لوحات ذات فاصل كفتورى صغير تمثل به المنطقة ذات التضاريس القليلة ، وفاصل آخر كبير تمثل به المنطقة الجبلية فى نفس الخريطة .

والحالة الثانية التى تتصل بالسبب الأول هى أن الجروف والمنحدرات الشديدة قد لا يناسبها نفس الفاصل الكنتورى الذى يناسب الأجزاء السهلية المجاورة . فإذا افترضنا أن الفاصل الكنتورى فى الأراضى السهلية هو

ه أمطار وهناك جرف ارتفاعه الحلى ١٠٠ متر فقط ففى كثير من الحالات يصعب تمثيل هذا الجرف بعشرين خطا كنتوريا . ومرجع ذلك ضيق المسافة الأفقية للجروف . هذا بينما يمكن عمل ه خطوط فقط أو عشرة ، وهذا يعنى إذن ضرورة تغيير الفاصل الكنتورى .

ومما يذكر فى هذا السياق أن المنحدرات الشديدة وخاصة الجروف يستعان أحيانا فى تمثيلها بخطوط الماشور ، أو الماشور مع بعض الخطوط الكنتورية أو بعض نقط المناسيب . ومن الواضح أنه فى حالة استعمال خطوط الكنتور مع خطوط الماشور لابد من توسيع الفاصل الكنتورى أيضا .

أما السبب الثانى وهو التفاوت فى الاهتمام بين المناطق التى تمثلها الخريطة الكنتورية فيتصل بأهمية كل من أجزاء الخريطة من الوجهة البشرية والاقتصادية . كما يتصل بالإمكانات المخصصة لعمل اللوحات الكنتورية . وإيجازا لهذه الأمور يمكن القول أن المناطق الوعرة أو الصحراوية ليست فى أهمية المناطق المأهولة عادة . ولهذا فقد ينصب اهتمام أكبر على المناطق المأهولة بحيث تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى صغير لها بينما تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى صغير لها . بينما تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى كبير للمناطق الأخرى . كما أن الشروع فى استغلال منطقة معينة أو حفر آبار بها أو غير ذلك قد يصاحب عمل لوحات ذات فاصل كنتورى صغير للمنطقة الرئيسية ثم لوحات ذات فاصل أكبر للمناطق المجاورة .

وفى ضوء ما سبق قد يثار تساؤلان عما إذا كان توحيد الفاصل الكنتورى أفضل ، وما إذا كان ذلك ممكنا . والاجابة على ذلك أن الفاصل الكنتورى الموحد فى اللوحة الواحدة على الأقل وفى لوحات المنطقة

الواحدة أفضل في الغالب بشرط أن يكون الفاصل الكنتورى أصغر ما يمكن . أما إذا كان الفاصل الكنتورى كبيراً فهذا يعنى وجود نقص في تمثيل بعض التضاريس الطفيفة التي قد تكون ذات أهمية سواء من النواحي الدراسية البحتة أو من النواحي التطبيقية .

ونظراً لأن عمل خرائط كنتورية بفواصل صغير جداً قد يتعذر في حالات كثيرة بسبب تفاوت التضاريس خاصة فيصبح من غير الممكن توحيد الفاصل الكنتورى . ومن الصحيح أنه يمكن التغلب على ذلك بعمل لوحات كبيرة المقياس جداً ( مثلاً ١ : ٥٠٠٠ ) إلا أن ذلك باهظ التكاليف من ناحية ، كما يصعب استعمال الخرائط في بعض الدراسات لكثرة الخرائط من ناحية ثانية .

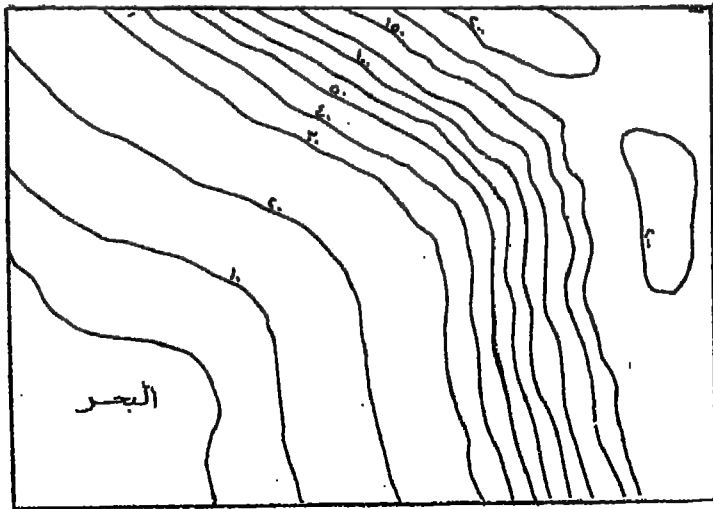
وأخيراً فإن الدراسات الجغرافية العامة وبعض الدراسات الأخرى تفيد من خرائط متوسطة أو صغيرة المقياس . ويستعمل في هذا النوع من الخرائط الجمع بين أصغر فاصل كنتورى ، وتوضيح كل الأشكال التضاريسية التي تمثلها هذه الخرائط تمثيلاً وافياً . ومن هنا كان التساؤل منذ قليل عما إذا كان من المفضل ومن الممكن توحيد الفاصل في اللوحة الواحدة أو في عدة لوحات فقط . ولم يكن التساؤل عن خرائط لمناطق واسعة أو لدولة كبيرة ذات تفاوت تضاريسى كبير . فإن هذا لا هو مفضل ولا هو ممكن .

#### أهمية كنتورية :

لعله من المفيد أن نورد بعض الأمثلة التي تزيد من فهم الخريطة الكنتورية وإن كان ليس من الممكن أن نعطى بكل الأشكال وكل المسميات . وقبل أن نورد هذه الأمثلة ينبغي التنبيه إلى أنها افتراضية على

أساس الخبرة . كما ينبغي أن نذكر أن هناك من المصطلحات التضاريسية المتخصصة مما تدرسه الجرفولوجية خاصة ما هو مصنف أو متفق عليه بحسب أصل الشكل التضاريسي أو العامل الذى سيطر على تشكيله . مثال ذلك نقطة التعديد ، والمسطبة النهرية ، والكويستا ، والهجباك . . إلخ . ومن ثم فإن الخرائطة الكنتورية وحدها لا يجب أن تكون مصدر التسمية أو التصنيف . بل إن هذه التصنيفات تتم عادة بعد الحصول على بيانات جيولوجية وميدانية ومن الصور الجوية . ومع ذلك فإن الأمثلة ذات الوصف الأصولى مما يرد ذكره ينبغي الإلزام بها كأساس هام فى التعرف على ما هو شبيه بها فيما يصادف عند فحص الخريطة الكنتورية . وهكذا نورد فيما يلى تعليقات موجزة على بعض الأشكال التوضيحية المتنوعة التى توضح بعض المبادئ الخاصة بالخريطة الكنتورية ، وبعض أشكال السطح الهامة فى الدراسة الجرفولوجية .

شكل (٤) : يوضح تغير الفاصل الكنتورى فى نفس الخريطة . يتضح ساحل

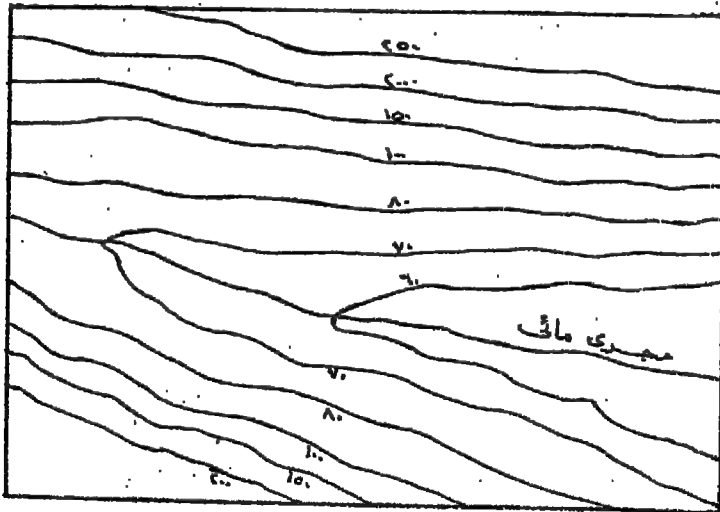


( شكل ٤ )



البحر في الخريطة ومنسوبه صفر . النطاق الساحلى ليس به تضاريس شديدة ويناسب ذلك فاصل كنتورى صغير ( ١٠ م ) لتأ كيد ملاحظة . يرتفع سطح الأرض بمعدل أكبر ( انحدار أشد ) إبتداء من كنتور ٣٠ م فما فوق ، ولذلك تضيق المسافة بين خطوط الكنتور . اتلافى الازدحام الشديد لخطوط الكنتور إذا أبقي على نفس الفاصل اختصرت خطوط الكنتور أى كبر الفاصل الكنتورى إبتداء من خط كنتور ٥٠ بحيث أصبح الفاصل ٢٥ متراً . ليس من الضروري أن تكتب أرقام الخطوط كلها هو مبين بالشكل .

شكل (٥) : يتضح به تغير الفاصل الكنتورى أيضاً . لا يتضح ساحل البحر هنا لأن هذه المنطقة بعيدة عن البحر ولا يوجد خط الصفر لأن المنطقة مرتفعة . يرتفع سطح الأرض بمعدل أكبر ( انحدار أشد ) إبتداء من كنتور ٨٠ فما

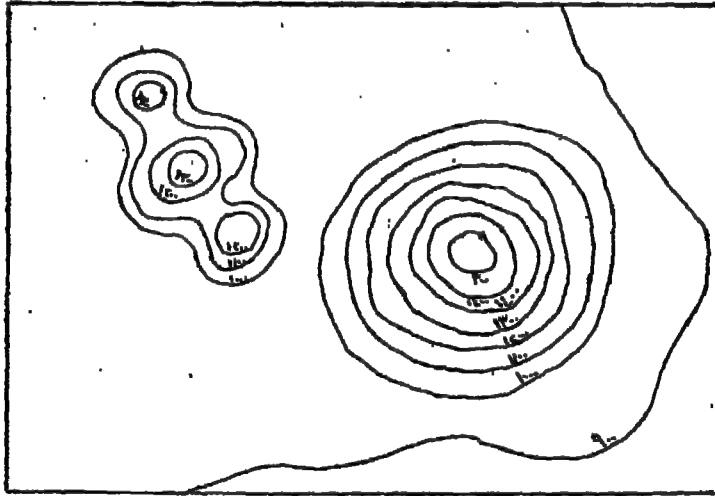


( شكل ٥ )

فوق . كبر الفاصل الكنتورى فوق ذلك المنسوب . لو كان الفاصل الكنتورى في كل الخريطة ٥٠ م لما نبين منسوب المجرى عند كنتورى ٦٠ ،

و ٧٠ م اللذان يقطعانه . لاحظ كتابة الأرقام في الجزء السفلى من الخريطة (أيمن الوادى) ، ذلك أنها إما تسكتب هكذا وهو الأحسن أو تسكتب في نفس أما كتبها هذه ولكن مقلوقة .

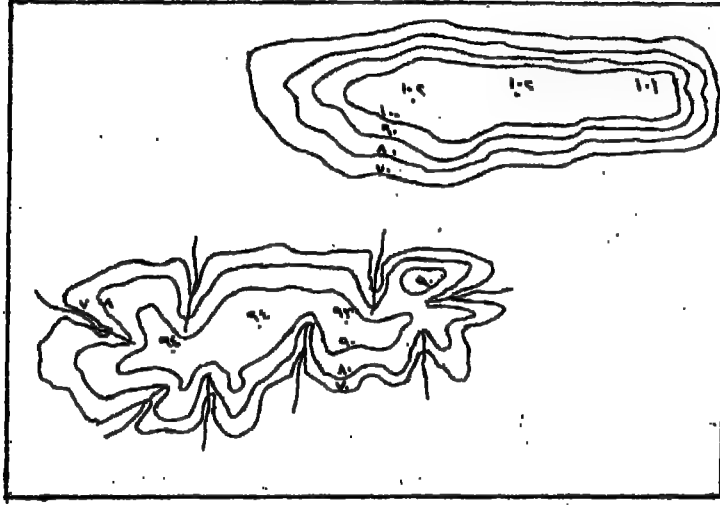
شكل (٦) : تل مخروطى يبلغ ارتفاعه المحلى نحو ٤٠٠ متر ( ١٤٠٠ — ١٠٠٠ م ) ، إلى جواره ثلاثة تلال مخروطية أصغر متصلة عند أجزائها السفلية . كل هذه التلال تقع في منطقة مرتفعة نظرا لأن قواعد التلال محدة بخط كتور ١٠٠٠ م ( أو أقل بقليل ) . المسافات بين الخطوط الكنتورية التي تمثل هذه



( شكل ٦ )

التلال متساوية تقريباً مما يعنى تساوى مقدار الانحدار على جوانب هذه التلال ( انحدار مستمر ) . هذه الحالة يمكن أن نصادفها في مناطق النشاط البركانى الحديث . مما يوضح أن هذه المخاريط حديثة نسبياً أن تأثير التعرية فيها قليل كما يتبين من قلة تعرج خطوط الكنتور ، وكذلك من احتفاظ التل الأكبر بفوهته كما توضح خطوط الكنتور . لاحظ كتابة أرقام الكنتور عند الفوهة .

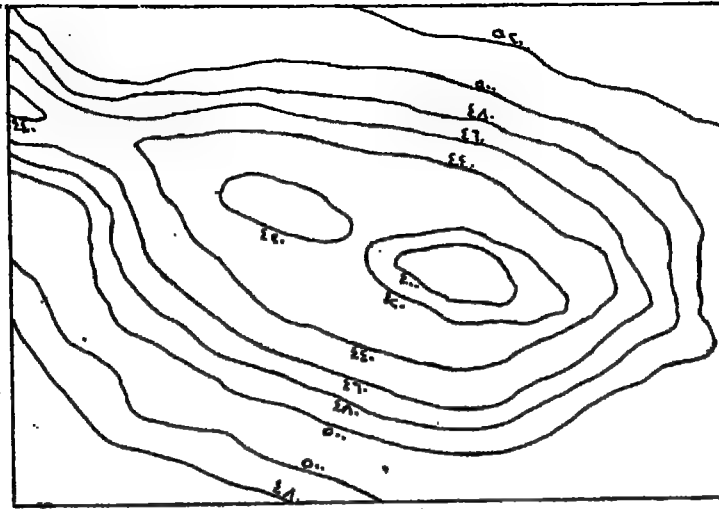
شكل (٧) : في أعلا الشكل تل مسطح القمة ارتفاعه الحلى نحو ٣٢ متراً .  
جوانبه مقوسطة أو شديدة الانحدار . يتميز هذا التل بقلة القاطع أو التأثير  
بفعل التعرية . يطلق على هذا الشكل من التلال تسمية ميزا (ميسا) إذا كانت



(شكل ٧)

طبقاته أفقية أو شبه أفقية . في أسفل الشكل تل آخر ارتفاعه الحلى نحو ٢٤  
متراً ، كاد يقطع إلى أجزاء بما ينحدر عن جوانبه من خطوط تعريفي  
موضعة في الشكل . لكل من هذه الخطوط الصغيرة واد صغير كما يتبين من  
تدرجات خطوط الكنتور إلى جوار كل خط . يبدو أن هذا التل هو الآخر  
كان مسطح القمة . مثل هذه التلال يمكن وجودها في البنية الأفقية كما  
ألمحنا . ولكن يرجح أن الأول ذا طبقات نفاذة (تسرب فيها المياه بسرعة  
نسبياً) والثاني ذا طبقات أقل نفاذية . مما يذكر أيضاً أنه لا يسهل عمل خط  
تقسيم مياه على سطح التل الأول بينما يسهل ذلك نسبياً على سطح  
التل الآخر .

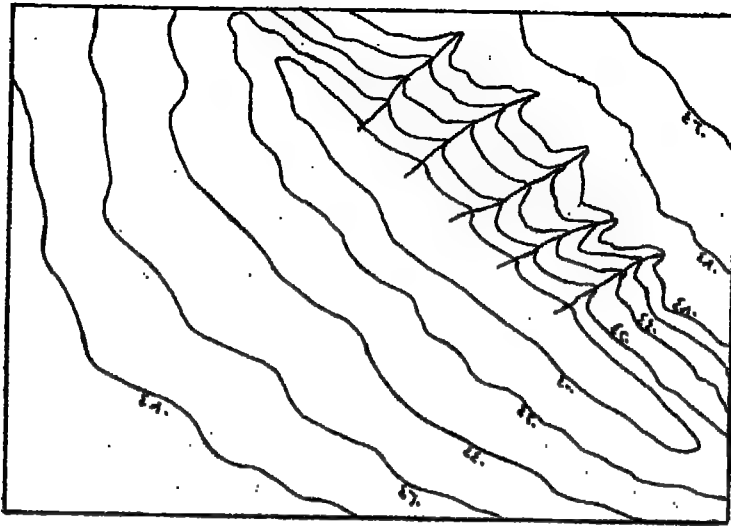
شكل (٨) : منخفض كبير شبه دائري يقل منسوب قاعه عن ٤٠٠ متر فوق



(شكل ٨)

منسوب سطح البحر، بينما تصل بعض أجزاء جوانبه إلى أكثر من ٥٢٠ متر، أى بعمق محلى قدره أكثر من ١٢٠ متر. يتصل هذا المنخفض بجزء منخفض آخر فى الشمال الغربى . لاحظ عدم وجود خطوط تصريف تتجه إلى هذا المنخفض وكذلك قلة التفاوت فى مقدار الانحدار بوجه عام على جوانبه . لاحظ أيضا مكان كتابة أرقام خطوط الكنتور بالنسبة للخطوط . فهذا هو ما يقع بالنسبة للمنخفضات التى تقع فوق منسوب سطح البحر . أما يقل منها عن سطح البحر فيكتب على ذلك النحو مع إضافة علامة - ( ناقص ) ، أو تكتب الأرقام فى جزء « مقطوع » من الخط مع إضافة تلك العلامة أيضا .

شكل (٩) : منخفض طولى يقل قاعه عن ٤٠٠ متر فوق سطح البحر . يمكن اعتبار خط كنتور ٤٨٠ متر هو حد تقريبي له بحسب ما يتبين من هذه الخريطة ، أى بعمق محلى يزيد قليلا عن ٨٠ متر . يتميز هذا المنخفض بشدة إنحدار جانبيه الشمالى الشرقى وبطء إنحدار الجانِب الجنوبي الغربى . يحتل أن تكون البنية الجيولوجية فى هذه المنطقة مائلة جهة الشمال الشرقى ، وإذا

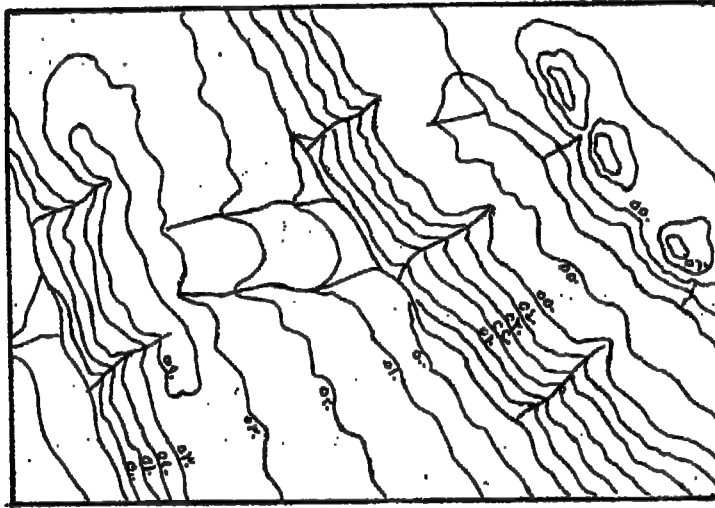


(شكل ٩)

ثبت ذلك يعتبر هذا المنخفض منخفضاً تالياً subsequent . لاحظ أيضاً وجود بعض خطوط التعريف على المنحدر الشديد ، وتسمى في هذه الحالة خطوط تعريف عكسية obsequent . يعتبر الثالث الشمالى الشرقى من الخريطة الذى يضم المنحدر الشديد والمنحدر التدريجى إلى الشمال الشرقى مثالا لجزء من كويستا ( كويستا ) إذا كانت الطبقات مائلة في هذا الاتجاه . لاحظ كذلك وضع أرقام خطوط الكنتور الموجودة في الشكل .

شكل (١٠) : بوصف مبسط يمكن القول إن هناك إثنين من المنحدرات الشديدة يتجهان ناحية الغرب يجاور كل منهما منحدر أبطأ ناحية الشرق . ثم هناك منحدر شديد وآخر بطيء في الشمال الشرقى أقل وضوحاً . تمتد في الأجزاء الواطئة خطوط تعريف طويلة نسبياً بينما تنحدر على المنحدرات الشديدة خطوط قصيرة . أما على المنحدرات البطيئة فتوجد خطوط متوسطة الطول نسبياً . ولكن بفحص جغرفوجى أعمق يمكن القول أننا بإزاء أحد أمرين : قد تكون البنية ذات طبقات مائلة ناحية الشمال الشرقى مع تبادل

طبقات متفاوتة الصلابة مما أدى إلى وجود هذا النمط من أشكال السطح .  
فتمحيز بإزاء اثنين من الكويستات يحد كلا منهما خط تصريف طويل وكذلك  
توجد كويستا ثالثة في الشمال الشرقى أقل وضوحا وربما أقل امتدادا .  
وتصنف خطوط التصريف الطويلة التي تجاور وتوازي المنحدرات الشديدة  
كأحد أنواع خطوط التصريف التالية Subsequent . أما الخطوط القصيرة على

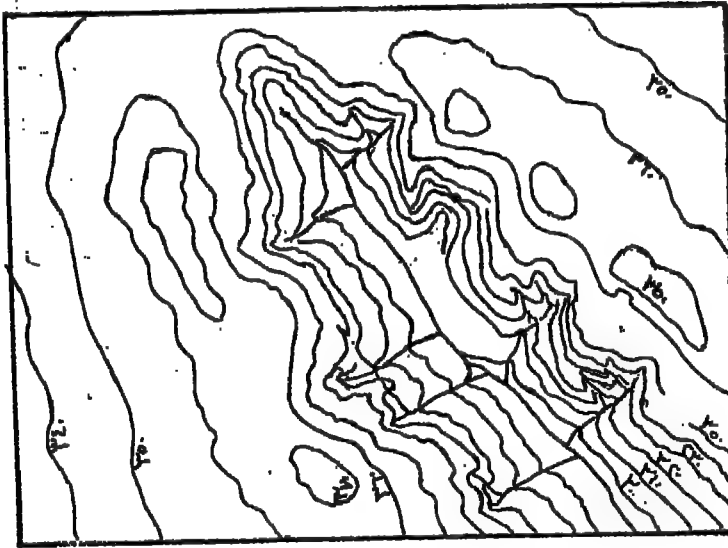


(شكل ١٠)

المنحدرات الشديدة (واجهات الكويستات) فتعرف بخطوط تصريف عكسية  
obsequent . وتعرف خطوط التصريف متوسطة الطول على منحدرات الميل  
(المنحدرات الطفيفة) بخطوط تصريف تابعة ثانوية secondary consequent  
ويعرف هذا المظهر التضاريسي كله بطيفرافية الكويستا . أما الاحتمال الثانى  
فهو إننا بإزاء ثلاثة خطوط من الانكسارات تمتد بطول خطوط التصريف  
الطويلة تقريبا (والتي لا تزال توصف في هذه الحالة أيضا بأنها تالية) . وقد  
أثرت هذه الانكسارات بشكل أدى إلى ميل الطبقات فيما بينها ناحية  
الشمال الشرقى . وذلك بحيث أن الأجزاء الصاعدة هي التي ترتبط بالأجزاء

المرتفعة والأجزاء الهابطة هي ما يرتبط بالأجزاء المنخفضة . ويحدث ذلك في نمط خاص من البنية الإنكسارية التي تساعد على وجود هذا النمط التضاريسي وكذلك نمط الأودية والحواف الانكسارية . وهناك تصنيف لخطوط التعريف التي توجد في هذا النمط التضاريسي نترك الكلام عنه لمناسبة الكلام عن أنماط التعريف .

شكل (١١): نلاحظ منحدرين شديدين متقابلين يمتلآن جانبي وادي يتراوح ارتفاعهما المحلي ما بين ٣٠٠ و ٣٧٠ متر ، أى أن أقصى مدى تضاريسى يبلغ أكثر من ٧٠ مترا بقليل . يوجد منحدران آخران بطيئان أحدهما في الثلث

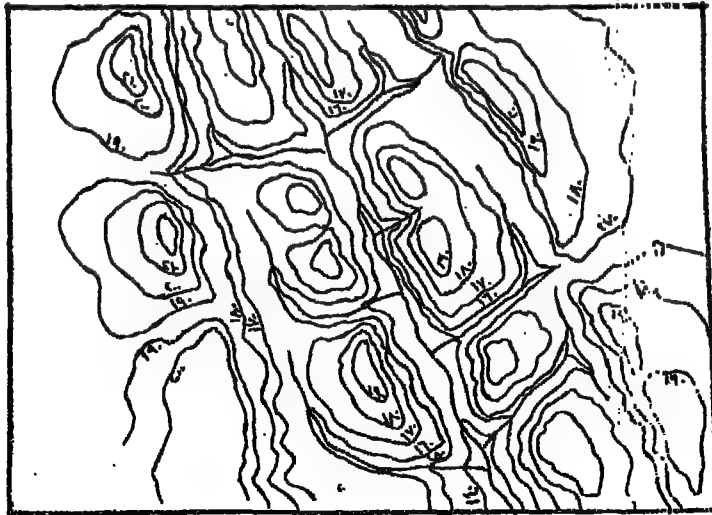


( شكل ١١ )

الشالى الشرقى من الشكل والآخر في الثلث الجنوبي الغربى بدليل تباعد خطوط السكتور . في الغالب أن هذا المظهر التضاريسى يمثل اثنتين من الكويستات تشكل واجهة كل منهما ( الانحدار الشديد ) جانب الوادى . ويرتبط كل من هاتين الكويستاتين بجانب من جانبي محدب بفيوى تميل فيه الطبقات

في اتجاه المنحدرين الطفيفين (منحدر الميل) . ويعرف الجذب في هذه الحالة بأنه محذب منحنوت *breached anticline* على غرار محذب وادي عربة في مصر . ويرجح أن الطبقات الصخرية صلبة نسبياً في طرفي المحذب . كما أنها قليلة الثبات مما لم يساعد على نمو خطوط تعريف خطوط الظهور (خطوط المضرب) ، ولا حتى تراجع أعلى خطوط التعريف العكسية بدرجة كبيرة . يعرف خط التعريف الرئيس في مثل هذه الحالة بأنه خط تعريف على طول محور محذب . هذه الاتجاهات هي الأرجح لمثل هذا النمط التضاريسي . إلا أنه ليس من المستبعد أن يرتبط مثل هذا النمط في حالة الأخاديد الانكسارية *grabens* التي تجاورها . أحياناً أشكال تضاريسية تشبه الكويستا أو على هيئة حواف إنكسارية . ولهذا لا يكتفى في البحث الجرفولوجي بالخريطة الكنتورية .

شكل (١٢) : أثنان من الكويستات في النصف الشرقي من الشكل وأخران في النصف الغربي ، ترتبطان غالباً بمحذب منحنوت على غرار ماسبق وصفه في



(شكل ١٢)



شكل (١١) . ولكن هذا المحدث يتميز جانبا بتبادل طبقات صلبة مع طبقات ضعيفة بحيث ساعد ذلك على تطور هذه الكويستات الكبرى الأزبحة. لاحظ نمو خطوط التصريف التالية التي استقرت في نطاقات ذات منحور ضعيفة . كذلك لاحظ نمو خطوط التصريف العكسية أكثر مما هو في شكل (١١) . يمثل هذا الشكل نموذجا كنفوتوريا لما يعرف بالتضاريس المقلوبة .  
reversed topography

شكل (١٣): عدد كبير من الكويستات يرتبط معظمها بمقعر بنيوى تمت فيه شبكة نهريّة وتطورت على جانبيه أيضا بعض الكويستات . ولكن يلاحظ هنا أن واجهات الكويستات في عكس الوضع الذى سبق ذكره في حالة المحدث المنحوت . من الضرورى أن يتوفر لتطور هذا النمط هو الآخر منحور صلبة وأخرى ضعيفة في نظام متبادل ( صلب ثم ضعيف ثم صلب وهكذا) . لاحظ أن جانبي

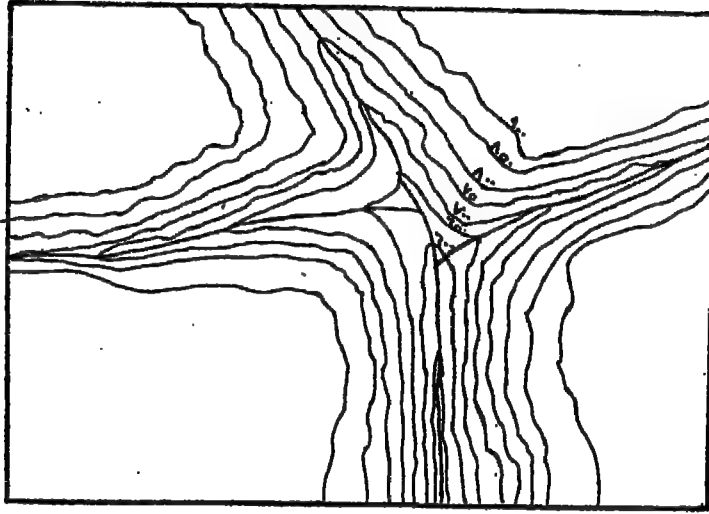


شكل (١٣)

المقعر يمكن أن يكونا أيضا جانبي معديين مجاورين . ويتضح ذلك من فحص خطوط الجارى النهرية في أقصى غرب الشكل وفي الشمال الشرقى . مما

يذكر أن المقعرات البنيوية التي يتطور عليها تصريف وتضاريس بهذا الشكل أقل نسبيا من المحدثات المنحوتة التي يمثلها شكلا (١١)، (١٢) .

شكل (١٤) : خريطة كمنثورية تفصيلية تمثل جزءا من وادى فى أواسط وحلة

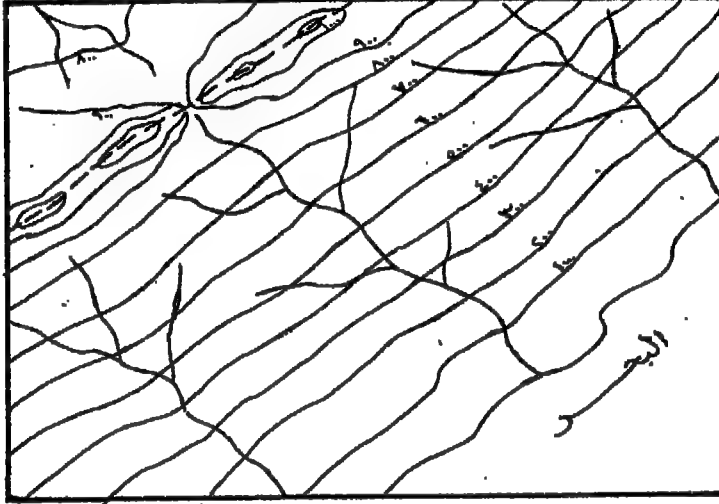


( شكل ١٤ )

الشباب وله رافدان فى نفس المرحلة تقريبا . لاحظ أن الفارق الكمنثوري ٥٠ مترا وأن هذه الخريطة يمكن أن تكون بمقياس يتراوح بين ١ : ١٠٠٠٠٠ : ١٠٠٠٠٠ . أما إذا وجد مثل هذا الشكل فى خريطة بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ مثلا ( أى بمقياس أصغر مما سبق ) فيلاحظ أن الانحدارات التي تمثلها خطوط الكمنثور تكون أبطأ، ولا يسهل وصف الوادى بأنه فى مرحلة الشباب نظرا لشدة انقراج جوانبه على غير ما هو مألوف عن مرحلة الشباب . فإذا كانت هذه الخريطة ذات مقياس كبير عما ذكر أولا فإن شدة الإنحدار التي يمكن حسابه للوادى ولرافديه توضح أننا بازاء مرحلة الشباب ... لاحظ كذلك شدة انحدار القطاع الطولى كما يتضح من كثرة تقاطع خطوط

الكتور مع خطوط الجريان على مسافات أفقية قصيرة ( هذه خريطة بمقياس كبير ) .

شكل (١٥) : بضع شبكات تصريف وجزء من خط تقسيم رئيسي في



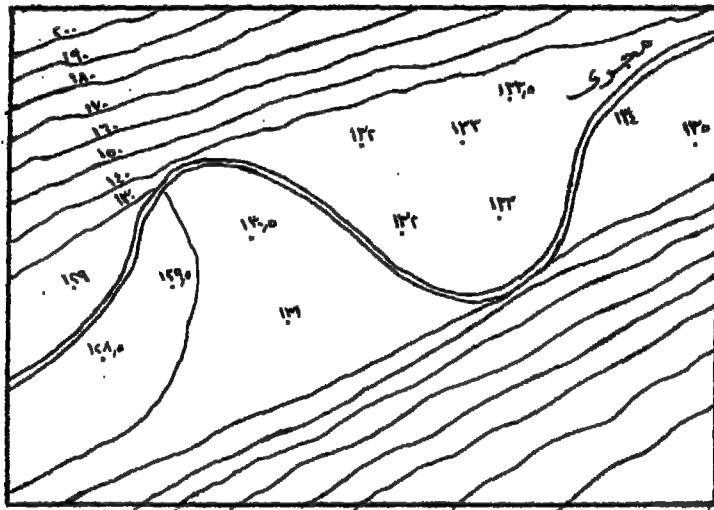
شكل (١٥)

خريطة كتورية ذات فاصل كتورى قدره ١٠٠ متر . لاحظ في هذا الشكل أن خطوط الكتور لا تتراجع كالمعتاد ناحية أعلى خطوط التصريف على عرار ما يجده في معظم أمثلة الأودية ( المثال السابق مثلا ) . وتفسير ذلك لا يخرج عن أمرين هما : إما أن الخريطة ذات مقياس رسم صغير وفارق كتورى كبير لا يسمحان بتمثيل تعرجات خطوط الكتور ناحية أعلى خط التصريف ، أو أن هذه الأودية ليست فسيحة وعميقة بقدر كاف نظراً لأنها يمكن أن توصف بأنها في مرحلة الشباب المبكر أو الشباب عموماً . ويمكن أن نجد التأثيرين معا في بعض الخرائط كما هو الحال بالنسبة لبعض خطوط التصريف المتجهة إلى البحر الأحمر في لوحات ١ : ٥٠٠٠٠٠ . فهذه لوحات صغيرة نسبياً وفارقها الكتورى كبير بحيث نجد أمثلة مشابهة لهذه الحالة حيث لا تتراجع

(م ١٣ — الخريطة)

خطوط الكنتور بمقدار ملموس على نحو ما هو معتاد . ولذلك فإنه ينبغي في الدراسة الجرفولوجية لثل هذه الحالات أن يرجع إلى خرائط أكثر تفصيلا ( بمقياس أكبر ) إن وجدت ، وإلى الصور الجوية ، وإلى الدراسة الميدانية إذا كان الهدف دراسة وافية وتفصيلية .

شكل (١٦) : جزء من وادى نهري في خريطة تفصيلية بمقياس



شكل (١٦)

١ : ٢٥٠٠٠ مثلاً ، والفاصل الكنتورى ١٠ أمتار مما يوضح أن جانبي الوادى يعدان ضمن المنحدرات المتوسطة عامة . كذلك لاحظ قلة خطوط الكنتور التي تتقاطع مع المجرى بعكس ما سبق توضيحه عن الوادى في مرحلة الشباب . هناك خط واحد فقط ويمكن أن نجد لوحة بهذا المقياس لواد جانبيه بهذه الخصائص ولا يتقاطع أى خط كنتور مع المجرى في كل اللوحة . ومرجع ذلك بطء انحدار خط للمجرى أى بطء انحدار القطاع الطولى . ويوضح ذلك أيضا ما يوجد من نقط مناسبة تبين مناسيب السهل الفيضى . ويتضح منها أن خط كنتور ١٤٠ لا يتقاطع مع المجرى غالبا إلا بعد مسافة طويلة

جهة أعلى النهر . لاحظ أيضا أن المجرى متعرج ويلتقي بمخاض جانب الوادى فى أكثر من مكان كما لو كان الوادى ضيقا إلى حد ما عن ثنيات المجرى . وفى ضوء هذه الأوصاف فيمكن أن يوصف هذا المجرى وواديه بأنهما فى مرحلة النضوج . مما ينبغى ذكره أن خطوط كنتور جانبي الوادى رسمت بشكل بسيط نسبيا وقاما توجد بهذه الاستقامة فى الطبيعة .

شكل (١٧): جزء من وادي نهري في خريطة تفصيلية ، بفاصل

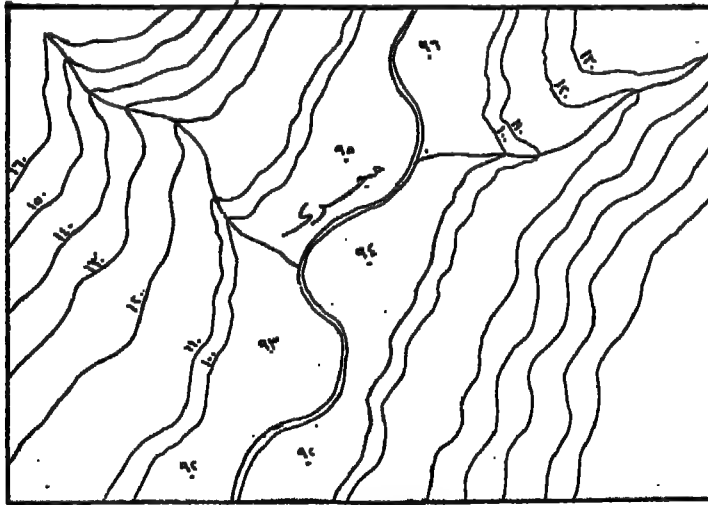


شکل (۱۷)

كنتوري ١٠ أمتار يمثل مرحلة الشيمخوخة . ونظراً لقلة عدد خطوط  
الكتور وصغر الفاصل الكنتوري مع تباعد الخطوط على جانبي الوادي وكبر  
مقياس الخريطة فيعد انحدار جانبي الوادي بطيء جداً . كذلك فإن انحدار  
المجري يعد بطيئاً هو الآخر إذ أنه نحو ٤ أمتار فقط بطول كل الخريطة  
فضلاً عن أنه أطول من الخريطة لوجود الثنيات . لاحظ أن الثنيات أكثر  
من ثنيات مرحلة النضوج كما أن بعضها شديد التقوس يقرب من

الشكل الدائري . وأن التنيات لا تحتك بجانبى الوادى فذلك نادراً ما يحدث فى مرحلة الشيخوخة . فما يعرف بطاق التنيات ( أى النطاق الذى تشغله التنيات ويحده خطان يصلان بين الأطراف الخارجية للتنيات أقل من اتساع السهل الفيضى . مما يذكر أيضاً أنه يمكن أن توجد فى الخريطة الكنتورية ( أو الطبغرافية ) بقايا لما يعرف بالتنيات المقطعة . كما أنه من الممكن أن توجد بمس النطاقات الضيقة التى تجاور المجرى فى بعض الأجزاء على مناسيب أكثر قليلاً ( مترين أو ثلاثة مثلاً ) من السهل الفيضى . وتعرف هذه النطاقات بالفسور الطبيعية وقد تظهرها نقط المناسيب ولكنها غير موضحة فى هذا الشكل .

شكل ( ١٨ ) : جزء من وادى نهري فى خريطة تفصيلية فاصلها



شكل ( ١٨ )

الكنتورى ١٠ أمتار . لاحظ أن خطى كنتور ١٠٠ ، ١١٠ متقاربين ويأتى بعد خط ١١٠ نطاق فسيح نسبياً ينحصر بين ذلك الخط وخط كنتور ١٢٠ . وهذا يدل

على شدة انحدار الجزء المنحصر ما بين ١٠٠ ، ١١٠ وبطء انحدار النطاق الأوسع بين ١١٠ ، ١٢٠ . حالة كهذه تلفت النظر إلى وجود مصطبة أو مدرج . ولكن ليس من الممكن البت فيما إذا كانت مصطبة بنيوية مرتبطة بصخور شديدة المقاومة أو مصطبة ناتجة عن نحت النهر في سهل الفيضى (أو في الصخر الأصلي) بسبب التجديد . والمقصود بالتجديد هو زيارة نشاط النهر من حيث قدرته على الذبح . وهناك بضعة أسباب لتجديد قدرة النهر من أهمها انخفاض مستوى القاعدة ، وهو مستوى مصب النهر . وفيما يتعلق بذلك المصطبة التي توضعها خطوط الكنتور في ذلك الشكل ينبغي إجراء فحص ميداني فيما بين خطى ١٠٠ ، ١١٠ وكذلك ما بين ١١٠ ، ١٢٠ للتعرف على ما يوجد من إرسابات أو إرسابات وصخور للبت فيما إذا كانت مصطبة بنيوية أو ناتجة عن الذبح النهري بسبب التجديد . ويوضح هذا الشكل أن هذه المصطبة لم يتعرض سطحها لتعرية شديدة نظراً لما يوضحه استمرار خطوط الكنتور لمسافات طويلة ، أى أنها قليلة التقطع . والحقيقة أنه نادراً ما يوجد مثل هذا الاستمرار وقلة التقطع أياً كان نوع المصطبة ، والمثال التالى أقرب إلى الحالات الفعلية .

شكل (١٩) : جزء من وادى نهري يشبه المثال السابق فيما عدا أن خطوط الكنتور التي تمثل المصطبة ليست متصلة ، وأن هناك بعض خطوط الجريان المؤقت التي أوضحت بخطوط متقطعة . وتشير خريطة كهذه إلى وجود بضع ربوات طينية الارتفاع ، مبعثرة على طول جانبي السهل الفيضى وتزيد عنه قليلاً في الارتفاع وبعض خطوط الكنتور وما قد يتوفر من نقط مناسبة تمثل هذه الربوات والسهل الفيضى يمكن تبين شيئاً من الاتفاق في منسوب هذه البقايا بالنسبة للسهل الفيضى . وما ينبغي أن يتبادر إلى ذهن فاحص الخريطة



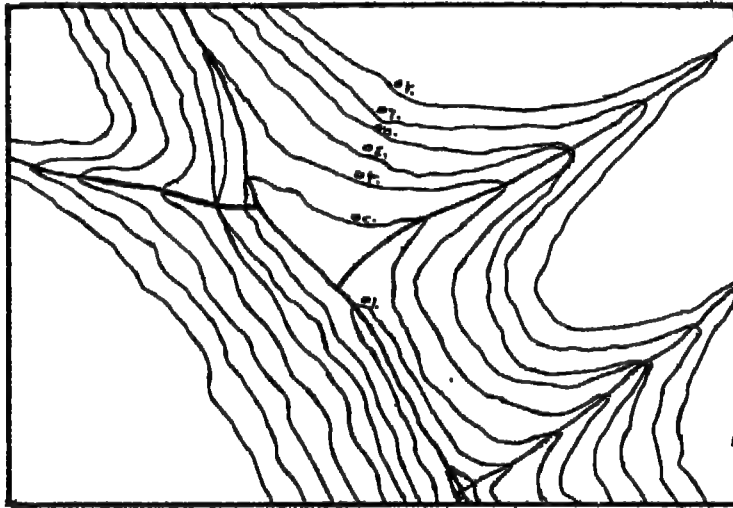
شكل ( ١٩ )

بصد مثل هذه الحالة أن هذه الربوات هي غالبا بقايا شكل تضاريسى متصل بمحاذاة أطراف السهل الفيضى أو عند حضيض جانبي الوداى . ويشبه هذا الشكل المتصل ماسبق تمثيله فى الشكل السابق . ولكن المثال الذى نحن بصدده يمثل حالة أقرب إلى الحالات الفعلية لبعض المصاطب . ذلك أنه لا توجد مصاطب مكتملة أو مستمرة بل عادة ما توجد بصورة مقطعة على هيئة مرتفعات طفيفة مبشرة تعلو قليلا عن السهل الفيضى . إلا أنه مع ترجيح هذا الشكل كمصطبة فى ضوء هذه الملاحظات من الخريطة فالأمر يتطلب بحثا ميدانيا لمعرفة ما إذا كانت هذه مصطبة بنيوية أو أنها أحد أنواع المصاطب النهرية . وأخيرا لا يصح أن نفهم هذا الكلام دون ذكر أن المصاطب الرئيسية أو الكبيرة أى ذات الارتفاع الحلى الكبير والامتداد الساحى الواسع هي التى يمكن أن تتضح فى الخريطة السكتورية . بينما هناك كثير من المصاطب التى لا يمكن أن توضحها الخريطة السكتورية العادية نظرا لقلة



الارتفاع المحلى للمصطبة ، وربما لقلة الامتداد المساحى أيضا .

شكل (٢٠) : وادى رئيسى ضيق القاع، يحتوى على نهر ذى قطاع طولى يتعذر بمعدل منتظم إلى حد واضح أما الرافدين الشرقيين فيحتوى كل منهما على جزء ( نقطة ) شديد الانحدار ينحصر بين منسوبى ٥٤٠ ، ٥٥٠ متر . وكذلك يوجد جزء مشابه ينحصر ما بين منسوبى ٥٣٠ ، ٥٤٠ فى القسم

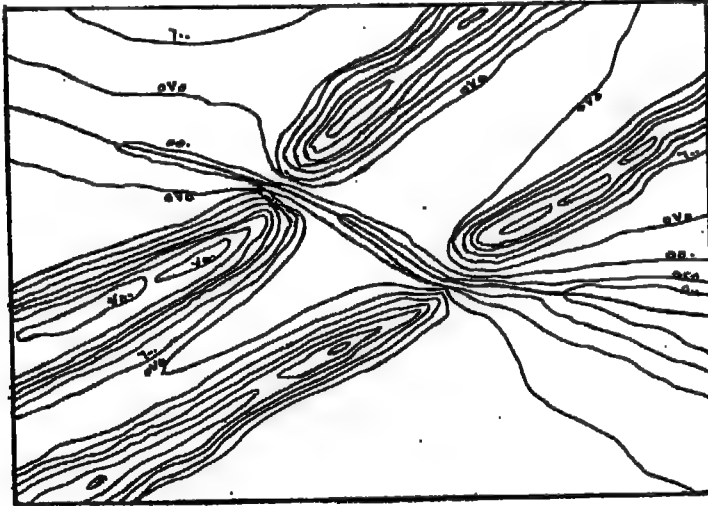


شكل (٢٠)

الأدنى من الرافد الغربى . وتظهر هذه الأجزاء ( النقاط ) عادة فى الطبيعة على هيئة شلال أو جزء قصير شديد الانحدار جداً تزداد فيه سرعة التيار . عن بقية الأجزاء . وتعرف مثل هذه الأجزاء بنقط التجديد . وقد تكون هذه النقاط ذات أصل بنىوى كأن يتسبب فى وجودها صخر صلب لم يستطيع النهر تمهيد مجراه فيها ، أو بسبب إنكسار . كما قد تعزى إلى انخفاض سريع وكبير نسبياً فى مستوى قاعدة النهر مما يؤدي إلى وجود جزء يتميز بشدة الانحدار يبدأ ظهوره عند المصب ويأخذ فى التراجع ناحية أعلى

النهر وروافده . كما قد توجد مثل هذه الظاهرة في بعض الروافد نتيجة لتعرض الوادى الرئيسى لنحت جليدى أكثر مما تعرضت له الأودية الرافدية . وعندما يتراجع الجليد وتصبح هناك مياه جارية تكون قيعان الأودية الرافدية في أجزائها الدنيا على مناسيب أعلى من منسوب قاع الوادى الرئيسى ، على غرار ما يتضح في الوادى الغربى في شكل (٢٠) . وتوصف مثل هذه الأودية بأنها أودية معلقة hanging valleys . أما إذا كانت نقطة التجديد بعيدة أى في داخل الوادى بمسافة مرموقة فلا يوصف الوادى بأنه معلق ، ويقال أنه يحتوى على نقطة تجديد .

شكل (٢١) : خريطة لجزء من وادى نهري غير مألوف الشكل .



شكل (٢١)

فجروانيه غير محددة ولا يسهل تصنيفه بحسب مراحل دورة التعمرية . والمهم هنا أن تلاحظ أن توجدها في امتداداً عرضياً على الجرى ويضيق عندهما الوادى كثيراً . وإذا وجد مثل هذا المظهر غير المألوف في الشكل فينبغى أن يتطرق

التفكير إلى أحد أمور ثلاثة : الأمر الأول هو إما أننا بأزاء جزء من نهر منطبع superimposed والأمر الثاني هو أننا قد نكون بإزاء جزء من نهر سابق (س الف ، مناضل) antecedent ، أما الأمر الثالث هو أننا قد نكون بأزاء جزء من نهر يمر على ظواهر طبقات شديدة الميل توجد بينها طبقتان شديدتا المقاومة ارتبطت بهما هاتان الحافتان . وبطبيعة الحال تتلخص فائدة الخريطة الكنتورية هنا في إراز الظاهرة وتوضيح الشكل العام للحافتين وما يحاورهما . ولذلك فينبغي للبحث عن تفسير هذه الظاهرة في الخصائص البنيوية والجرفولوجية التفصيلية للمنطقة وما يحاورها لترجيح أى من الاحتمالات الثلاثة سابقة الذكر .

ويمكن وصف الجزء المنطبع بأنه جزء من نهر يتخذ امتداداً ما لا يتوافق مع البنية التي يعبري عايمها . ومرجع ذلك أنه نشأ على سطح أصلى ذى بنية سطحية أخرى تختلف عن البنية التي يعبري عليها حالياً . وتتكون الأجزاء المنطبعة نتيجة للتعميق وإزالة سمك من الصخور يعلو سمكاً آخر يختلف عنه بنويوياً . فإذا وصل هذا الجزء من النهر إلى الصخور السفلية هذه فيعتبر جزءاً نهرياً منطبعاً . ومعنى هذا أن هذا الجزء من النهر يزيل الصخور السطحية أولاً ثم يقطع ما يعرف بسطح عدم التوافق — وهو السطح الذى يفصل بين النظامين البنيويين — ويستقر بعد ذلك فى البنية السفلية على نحو ما ذكر . ونتيجة لأن الجزء المنطبع يفرض على البنية السفلية بما قد يحتويه سطح عدم التوافق من تضاريس ليست من نتاج التعرية التي يقوم بها هذا الجزء المنطبع فتوجد أحيانا علامات توضح أن هذا الجزء مفروض على هذه البنية أو طبع فيها . ومن بين هذه الملامات ما وضح بالشكل الذى نحن بصدده .

أما الجزء (النهر) السابق فيمكن وصفه بأنه جزء تعرض لحركة تكتونية

ما ( انكسارية أو التوائية ) فى اتجاه عرضى أو شبه عرضى على النهر ، بحيث أن هذه الحركة كادت تؤدى إلى تحويل الجرى إلى اتجاه آخر . إلا أن النهر استطاع أن يحافظ على اتجاهه بواسطة النحت فى الشكل البنىوى الناتج عن هذه الحركة . الأحداث من وجود النهر . وهكذا فعلى حين أنه قد يظهر تأثير الحركة التكتونية على جانبي الوادى وفى الأجزاء المجاورة لها فإن النهر يظل محافظاً على اتجاهه الأصيل عامة . ويعنى هذا أن وجود هذا الجزء من النهر سابق للحركة التكتونية التى حدثت ومن هنا يمكن تسميته بالجزء السابق أو السالف . كما أنه يسمى بالجزء المتناضل نظراً لأنه ناضل من أجل الاستمرار فى اتجاهه ولم يحول .

أما الاحتمال الثالث الذى قد يعزى إليه هذا المظهر التضاريسى فى الشكل الذى نحن بصدد فهمه وجود طبقات شديدة الميل ومن بينها طبقتان تتميزان بشدة المقاومة . وقد تكون الطبقات مائلة فى اتجاه النهر أو ضده . وفى كلتا الحالتين يمكن أن تتعرض ظواهر الطبقات الضعيفة للنحت على نطاق واسع على حين يبقى ظاهرة كل من الطبقتين المذكورتين أكثر بروزاً أو ارتفاعاً لشدة مقاومتها للنحت النهري .

ولا ينبغي أن يقتصر الأمر على الاحتمالات الثلاثة سابقة الذكر . بل ينبغي التفكير فى احتمالات أخرى حتى لو كان بعضها أقل أهمية من بين هذه الاحتمالات مثلاً أن يكون هذا الجزء من النهر سابقاً ومنطبغاً فى الوقت نفسه . أو أن يكون هذا الجزء من النهر وواديه حديث التشكون نسبياً نتيجة للأمر النهري الخطى عبر محور سلسلة جبلية أو أكثر كانت تشكل منطقة تقسيم ... إلخ .

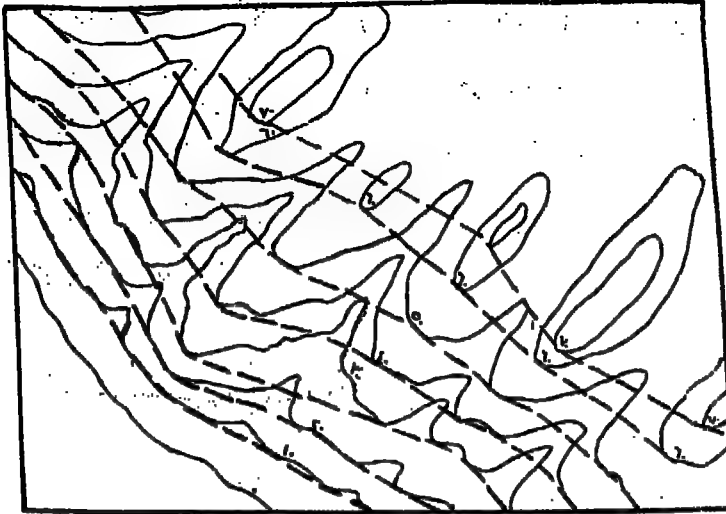
وما سبق من أشكال توضح بعض الخصائص أو الظواهر الجرفولوجية هي أمثلة هامة فقط لما يمكن أن توضحه الخريطة الكنتورية ولا يمكن أن نورد أمثلة لجميع الظواهر. ويتضح تباعاً ما يمكن أن تفيد به من الخريطة الكنتورية في التحليل الجرفولوجي إلى جانب ما سبق ذكره من أمثلة كنتورية جرفولوجية.

### خطوط الكنتور المبسطة (المعمرة) :

من المعروف أن الخريطة الكنتورية فيها بعض التبسيط نظراً لما تغفله خطوط الكنتور من تفاصيل دقيقة في أشكال السطح. وتزداد درجة التبسيط بازدياد الفاصل الكنتوري. ويلاحظ أن الحاجة إلى هذا التبسيط تصبح ضرورية في المناطق شديدة التضاريس ذات الفوارق التضاريسية الكبيرة.

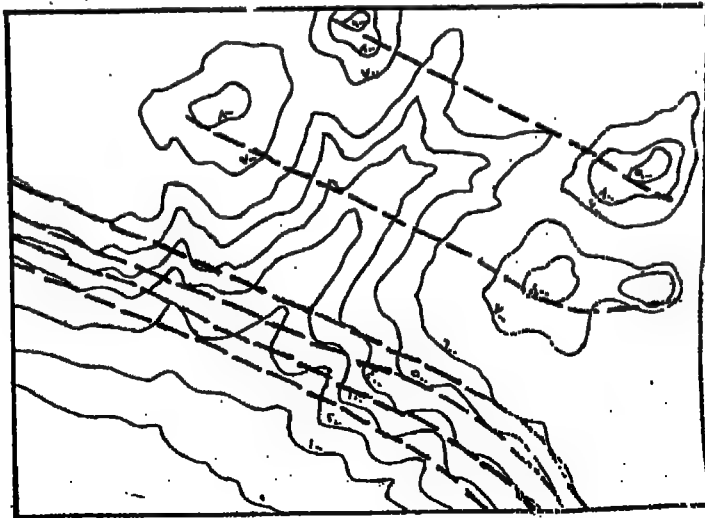
وفضلاً عن هذه الصورة من التبسيط فهناك حالة أخرى يمكن أن يقوم بها الجرفولوجي أحياناً لتوضيح حالة السطح قبل أن يصل إلى صورته الراهنة. وقد يصل هذا التبسيط في بعض الحالات إلى درجة كبيرة تؤدي إلى ظهور أشكال تضاريسية لا تمت للأشكال الراهنة إلا بقليل من الصلة. ويتضح في شكل (٢٢) مثال لقليل من التبسيط وفي شكل (٢٣) مثال للكثير منه.

وتختلف درجة التبسيط التي تجرى بالخريطة الكنتورية تبعاً لوجهة نظر الباحث والوضع أو الأوضاع القديمة التي يرى توضيحها. فبعدما يتيسر جمع بيانات كافية جيولوجية وجرفولوجية مكثبية وميدانية عن منطقة دراسته



شكل (٢٢)

قد توضح هذه البيانات بإجراء تبسيط في صورة ما . وقد يكون هذا التبسيط في عدة صور تمثل عدة مراحل لتطور تضاريس منطقه . ويمكن القول بشكل عام أن كلما ازدادت درجة التبسيط فإن ذلك يعنى البحث في مرحلة أكثر



شكل (٢٣)

قدماً . أما إذا كان التبسيط بدرجة قليلة فذلك يعنى البحث في مرحلة أقل قدماً .

وينبغي ألا تؤخذ خطوط الكنتور المبسطة على أنها تمثل الوضع الفعلي الذي كان موجوداً في مرحلة سابقة . وإنما تشير هذه الخطوط إلى الوضع التقريبي للشكل العام لسطح الأرض في وقت سابق . ويراعى في عمل هذه الخطوط المبسطة بضعه اعتبارات من بينها تأريخ حدوث الحركات التكتونية والثوران البركاني — إن وجدت مثل هذه الحوادث — بالنسبة للأشكال الناتجة عن التعرية . فقد تكون تلك الحركات مسئولة عن وجود بعض الأشكال البنيوية التي تلت تكون الأشكال التحتانية . ومن ثم فلا يصح أن تؤخذ هذه الأشكال البنيوية كبقايا لسطح الأصلي الذي نشأت عليه الشبكة النهرية أو الذي تعرض لتعرية من نوع آخر . كذلك مما يؤخذ في الحساب الكيفية المحتملة لتراجع السفوح ، والمعدلات التقريبية لتراجع خطوط التقسيم . ذلك أنه من الممكن أن تتراجع خطوط التقسيم في اتجاه ما بمعدل أسرع منه في اتجاه آخر . كذلك ينبغي الإلمام بتغيرات مستوى سطح البحر لما لذلك من أهمية في تحديد مناسيب خطوط الكنتور المبسطة .

#### خطوط التقسيم المبسطة (المعممة) :

من المعروف أن خطوط التصريف النهرى تزداد طولاً بمرور الوقت في داخل مناطق التقسيم . وذلك نتيجة لما يعرف بالتراجع جهة « المنابع » .

ومن المعروف أنه يمكن أن تنشط بعض أعلى الجارى النهرية في تعميق أوديتها . وهذا مما يساعد بالتالى على زيادة طولها في داخل أراضى ما بين الأودية أكثر مما يحدث بالنسبة لبعض خطوط التصريف التي تقع في الجانب

الآخر من خط التقسيم . وقد يكون هذا التفاوت في التراجع جهة المنبع كبيراً بقدر يؤدي إلى حدوث أسر نهري . ذلك أن الروافد التي تتميز بنشاط أكبر وتراجع في أراضي التقسيم بمعدل أسرع تضم مساحات وروافد كانت تدخل ضمن الحوض المجاور ، أى فيما وراء خط التقسيم قبل حدوث الأسر .

وهناك من الأدلة ما يؤدي إلى القول بأن خطوط التصريف قد تتراجع في داخل أراضي ما بين الأودية بمعدل أسرع من تراجع بعض أجزاء خطوط التقسيم التي لم تصل إليها روافد نشطة . ولتوضيح ذلك نفترض أن هناك سلسلة جبلية أخذت بعض خطوط التصريف تتراجع في جانب منها أسرع من خطوط الجانب الآخر . فهذا يؤدي إلى تراجع خط التقسيم الأصلي في بعض الأجزاء حيث تتراجع خطوط التصريف بينما تبقى أجزاء أخرى من خط التقسيم الأصلي دون تراجع . ومرجع ذلك عدم وجود خطوط تصريف بنفس القوة تتراجع منها ، شكل ( ٢٤ ، ٢٥ ) .



شكل ( ٢٤ )



وفي ضوء ذلك فإنه يمكن عمل خط يصل بين البقايا المحتملة لخط التقسيم الأصلي لتقدير مقدار التراجع الذى أنهزته خطوط التصريف النشطة . والخط



شكل ( ٢٥ )

النتائج عن التوصيل بين هذه البقايا يمكن تسميته بخط تقسيم مبسط ( معمم ) . وبعد عمل هذا الخط رسم خط التقسيم الرئيسى الفعلى ( الحالى ) . وإذا تبين أن هذا الخط الحالى يحصر مساحات بينه وبين خط التقسيم المبسط فإن هذه المساحات تساعد على ترجيح حدوث أسر نهري لصالح مجارى جانب من جانبي خط التقسيم .

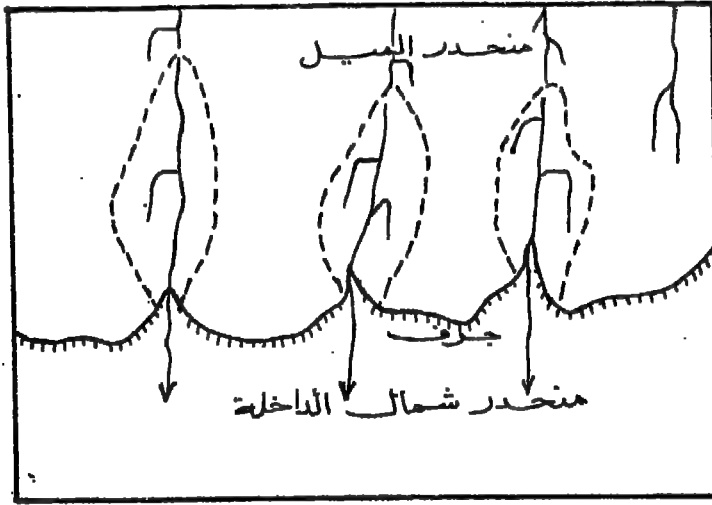
إلا أنه مما ينبغى ذكره أن هذه المسافات التى تنحصر بين الخطين يمكن أن تكون مساحات تقريبية . كما أن مسألة تأريخ حدوث الأسر ليست سهلة بوجه عام ، ولا تمكن هذه الطريقة من البت فى هذه المسألة بدقة . كما أنه ينبغى تدعيم صحة أسر هذه المساحات بما يوجد من علامات أسر أخرى ومنها خطوط التصريف المعقوفة فضلا عن الأدلة الميدانية التى ينبغى تتبعها .

ومن الأمثلة الجيدة التي تمثل هذه الحالة بصورة واسعة النطاق ما يمكن عمله في مناطق التقسيم بين التصريف المتجه إلى البحر الأحمر والتصريف المتجه إلى النيل . ذلك أنه يمكن عمل خط تقسيم مبسط بالإستعانة بالبقايا الرئيسية للأجزاء المرتفعة ثم خط تقسيم فعلى . ومن ثم تتضح مساحات مرموقة توضح أن هناك أسراً في صالح الخطوط المتجهة إلى البحر الأحمر . ولعله توجد مثل هذه الحالة في جهات كثيرة من العالم وذلك حيث توجد بعض خطوط التصريف النشطة في جهة وخطوط تصريف ضعيفة في جهة أخرى . ويمكن أن نلاحظ هذه الحالة بمنطقتنا العربية على جانبي البحر الأحمر وفي جنوب شبه الجزيرة العربية وغيرها .

أما عن الأمثلة الفعلية ضيقة النطاق فيمكن أن نجد كثيراً منها في مناطق مشابهة حيث تساعد بعض الظروف وخاصة مستوى القاعدة على زيادة نشاط الجارى النهرية في جانب وضعفها نسبياً في جانب آخر من خط التقسيم . ففضلاً عن الأمثلة الصغيرة التي يمكن تبينها في المناطق سابقة الذكر لا بد أن هناك أمثلة عادة حيث توجد منخفضات أو أودية تالية *subsequent* تمتد في إتجاه خط الظهور . ففي مثل هذه المنخفضات والأودية توجد خطوط تصريف عكسية *obsequent* . وعادة ما يتيسر لهذه الخطوط أسرار مساحات ولوصغيرة مما وراء خط التقسيم الرئيسى المبسط الذى يحدد المنحدرات المتجهة إلى هذه المنخفضات أو الأودية . ومرجع ذلك أن خطوط التصريف العكسية تتراجع نحو « المنبع » بمعدل أسرع من تراجع المنحدرات الرئيسية ذاتها عادة . وإذا كنا بصدد أمثلة صغيرة لهذه الحالة في مصر فيمكن أن نجد كثيراً منها فيما وراء أعلى المنحدرات الرئيسية لبعض المنخفضات المصرية . ويوضح شكل (٢٦) الصورة العامة لبعض ما يوجد من حالات أسرار تفصيلية

إلى الشمال من منخفض الداخلة . ويمثل الجرف الرئيسى خط التقسيم المبسط ،  
بينما توجد خطوط تقسيم تفصيلية ترتبط بخطوط الجارى الصغيرة العكسية  
القادمة من فوق منحدرات الميل .

ومما ينبغى ذكره أن بقايا خط التقسيم القديم قد تكون أجزاء قليلة على



شكلى (٣٦)

هيئة قمم مبشرة . ومن الواضح فى هذه الحالة أن الخط الذى يصل بين هذه  
القمم هو خط تقريبي . وعلى العكس من ذلك كلما كانت الأجزاء المتبقية  
من خط التقسيم القديم أوفر وأوضح فإن ذلك يساعد على عمل خط أقرب إلى  
الصحة من حيث مقدار الانطباق مع الوضع الأسمى . إلا أن ذلك يعنى فى  
الوقت نفسه قلة حالات الأسر وصغر المساحات التى أضيفت إلى إحدى الجهتين  
من خط التقسيم الأسمى .

كذلك من الضرورى أن نتأكد من أن القمم أو الأجزاء المرتفعة التى تمثل  
بقايا مناطق التقسيم هى بقايا أصلية وليس بعضها ناتجا عن حركات تسكونية  
( م ٤ - الخريطة )

أو طفوح بركانية حديثة . ولهذا فينبغى الرجوع إلى البيانات الجيولوجية جيداً وإجراء ما يلزم من دراسات ميدانية تساعد على التأكد من ذلك .

### مستويات خطوط المجارى :

من المبادئ الأولية أن خطوط السكتور تتراجع جهة أعلى خطوط المجارى النهرية نتيجة للتعميق الذى تقوم به هذه الخطوط فى أوديتها . وهذا يعنى أنه كلما اشتمد تعميق النهر فى واديه ازداد تراجع خطوط السكتور فى اتجاه أعاليه ( المنبع ) . بعبارة أخرى فإن النهر وواديه كلما تقدما فى مرحلة التطور تتراجع خطوط السكتور فى اتجاه أعالي النهر وأعلى روافده .

وفى ضوء ذلك فإنه يمكن إجراء بعض المقارنة بين خطوط التصريف أو الشبكات النهرية للمساهمة فى تبين مقدار تراجع خطوط السكتور فى الشبكة النهرية . فمن الممكن أن توضح هذه المقارنة تقدم شبكة على أخرى مجاورة فى مرحلة التطور . كما يمكن أن يوضح تقدم رافد على آخر يقابله من هذه الوجهة . ذلك أن توغل خطوط السكتور جهة أعلى خط المجرى أو الشبكة النهرية يعنى ببساطة إزالة جزء من صخور المنطقة « الأصلية » التى نشأت عليها هذه الخطوط .

ومن المستحسن أن نذكر أنه ينبغى أن تكون المقارنة معقولة . فممكن أن تكون بين شبكتين فى منطقة واحدة أو بين خطى تصريف فى شبكة واحدة . وعلى العموم فإذا افترض التساوى فى العمر بين الخططين أو الشبكتين التى تجرى المقارنة بينهما فقد يوجد اختلاف بسبب تفاوت نوع الصخر ونظامه . كما قد تؤثر الظروف المناخية وما يرتبط بها من ظروف جغرافية على قدرة خط التصريف أو الشبكة النهرية فى تعميق وتوسيع أوديتها وأحواضها .

أضف إلى ذلك احتمال التفاوت في الشكل الأصلي للسطح الذى تطورت عليه خطوط التصريف . ثم عمليات التجديد التى قد تصيب بعض الخطوط .

وفى ضوء ذلك فمن الطبيعى أن تكون المقارنة ممكنة بين خطين أو شبكتين ليست بينهما اختلافات جذرية فى كل ماسبق قوله من ظروف . فإن شدة الاختلاف قد لا تساعد على الوصول إلى العوامل المحددة التى تفسر ويفسرهما تراجع خطوط الكنتور بدرجات متفاوتة على الخطوط أو الشبكات النهرية . ولاشك أن الوقوف على هذه الاختلافات لا يقيس إلا بدراسة مستفيضة للبنية والظروف المناخية بمرور الوقت . . إلخ . وبمعرفه أوجه الشبه والاختلاف الرئيسية بين طرفى المقارنة قد يقيس الوصول إلى العامل الرئيسى أو العوامل التى تساهم فى تفسير شدة تراجع خطوط الكنتور أو قلته على نحو ما ذكر .

#### أنماط التصريف :

تعتبر دراسة أنماط التصريف ودلالاتها ذات أهمية جغرافية خاصة . وتشكل الخريطة الكنتورية والصور الجوية المصدرين الرئيسيين لجمع أنماط التصريف . ذلك أنه يتم فحص الأنماط إما من الخريطة مباشرة أو بعد نقل خطوط التصريف إلى خرائط خاصة من الخريطة أو الصور الجوية . بعد ذلك يجرى تصنيف مبدئى لما يوجد من أنماط تبعاً للخصائص المتعارف عليها مما يميز كل نمط .

وبعد أن يتم التصنيف المبدئى يربط كل نمط بما توفر من بيانات عن البنية وعن ظروف تطور منطقة الدراسة . وإذا كانت البيانات الجيولوجية والتطورية كافية فيمكن الوقوف على تفسير كثير من الأنماط الموجودة .

كما أنه من ناحية أخرى يمكن أن يحدث العكس ، بمعنى أن الأنماط الموجودة يمكن أن تشير إلى خصائص بنيوية أو تطورية لا تتوفر عنها بيانات أو دراسات سابقة . وفي كلتا الحالتين هناك قيمة ملحوظة لتحليل أنماط التصريف .

ويقصد بنمط التصريف الصورة العامة التي تشكلها مجموعة خطوط المجاري الموجودة في منطقة ما أو حوض ما أو في عدة أحواض متجاورة . والواقع أنه يمكن أن يحدث بعض التفاوت في تصنيف أنماط التصريف لبضعة أسباب من أهمها مقياس رسم الخريطة المستعملة ، ومراتب مجموعة خطوط التصريف التي ينظر إليها عند التصنيف . وإيجازاً لذلك يمكن القول مثلاً أنه يمكن أن يصنف النمط من خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ كنمط متشابك (trellised) ، بينما يدخل هذا الجزء المتشابك ضمن تصنيف التصريف كنمط مستطيل rectangular من خريطة بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠٠٠٠ .

كذلك إذا فحصت شبكة نهريّة كاملة وأريد وصفها بنمط معين فإن هذا الوصف عادة ما يكون عاماً . وهكذا قد توجد إحدى الشبكات الثانوية لأحد الروافد في تلك الشبكة مما يمكن أن يصنف كنمط آخر . وهذا من الأسباب التي قد تدعو أحياناً إلى وصف النمط بصفتين أو أكثر . فيقال مثلاً شجري - متوازي ، أو مستطيل - شجري - دائري . . إلخ .

ومما يذكر أنه يمكن أحياناً إضافة أوصاف أصولية وبنيوية الطابع للنمط التصريف . بعبارة أخرى يمكن أن ينفص النمط مثلاً بأنه كارستى ، أو مفصلي ، أو يوافق خطوط الانكسار . . إلخ . ولكن ذلك لا يحدث بطبيعة الحال إلا بعد الإلمام الكافي بالظروف البنيوية والأصولية التي تتيح مثل هذه الأوصاف لأنماط التصريف .

ولعله من المستحسن أن نورد بعض أمثلة أنماط التصريف ودلالاتها الجرفولوجية . وهذا بطبيعة الحال مما يوضح أن الخريطة الكنتورية وسيلة أساسية تساهم في التوصل إلى معلومات جرفولوجية تخرج عن نطاق الخريطة ذاتها . ونختار من بين أنماط التصريف أربعة هي ما يأتي :

#### ١ — النمط الشجري dendritic :

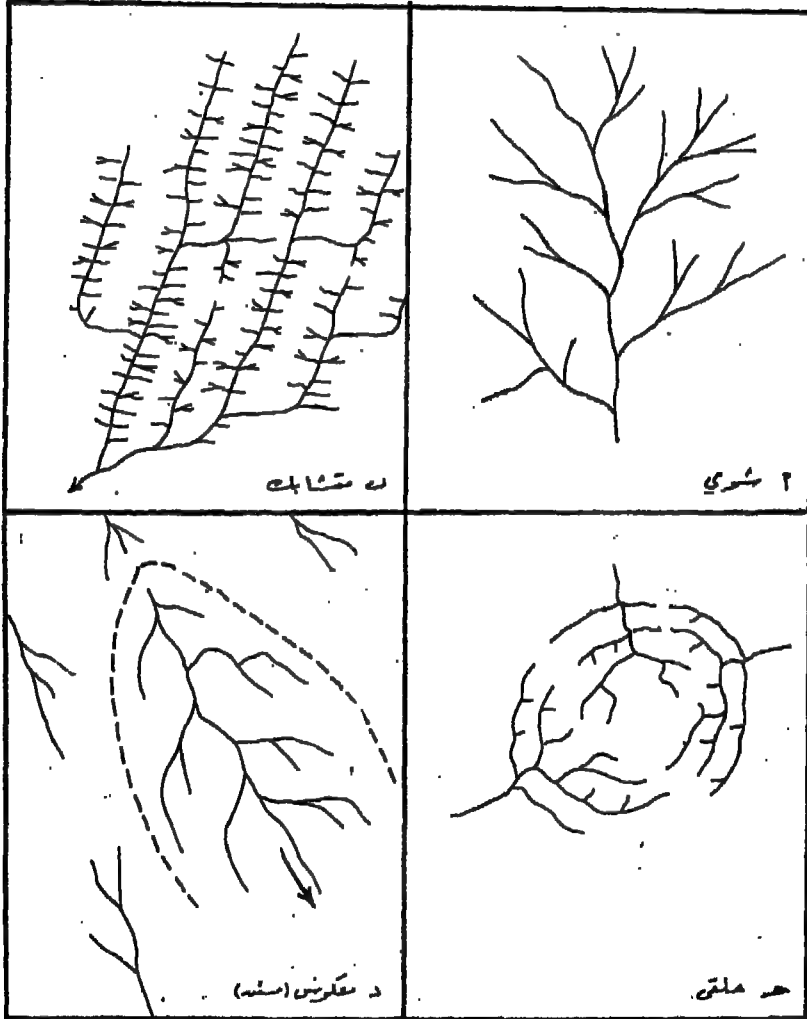
يعتبر النمط الشجري أكثر الأنماط المتفق عليها إنقشارا . ويتميز هذا النمط بعدم انتظام الروافد في اتجاه أو اتجاهات محددة يمكن تمييزها . كما أن إلتقاء خطوط المجارى كل بالآخر يمكن أن يكون بأي زوايا ، وإن كان كثيراً من الخطوط تلتقي بزوايا حادة ، شكل ( ١٢٧ ) .

ويشير هذا النمط إلى بضعة احتمالات بفيوية . أول هذه الاحتمالات هو التجانس في نوع الصخر . هذا مع عدم وجود تأثير قوى لنظام الصخر أى من حيث الالتواءات والانكسارات وميل الطبقات . . إلخ . ولذلك فن المتوقع أن يوجد هذا النمط في أراضى الصخور الرسوبية المتجانسة ، الألفية أو طينية الميل . كذلك يمكن أن يوجد في بعض مناطق الصخور النارية قليلة التنوع وقليلة الآثار التكتونية .

#### ٢ — النمط المشابك trellis (trellised) :

يتميز هذا النمط بخاصية التوازي أو شبه التوازي بين الخطوط الرئيسية وكذلك بين الخطوط الثانوية ، مع إلتقاء خطوط مجارى المراتب الصغيرة بالمراتب الأكبر بزوايا قائمة تقريباً . وكثيراً ما ترتبط الخطوط الرئيسية لهذا النمط بخطوط ظهور طبقات شديدة أو متوسطة الميل . بينما تتصل بها خطوط

تصريف عكسية وتالية ثانوية بزوايا تقرب من القائمة . ويلاحظ أن الخطوط الرئيسية قد تنحرف عبر الحواف الفقرية المرتبطة بالصخور الصلبة في هذه البنية المائلة انحرافا مفاجئا فيما يقرب من الزاوية القائمة أيضا .

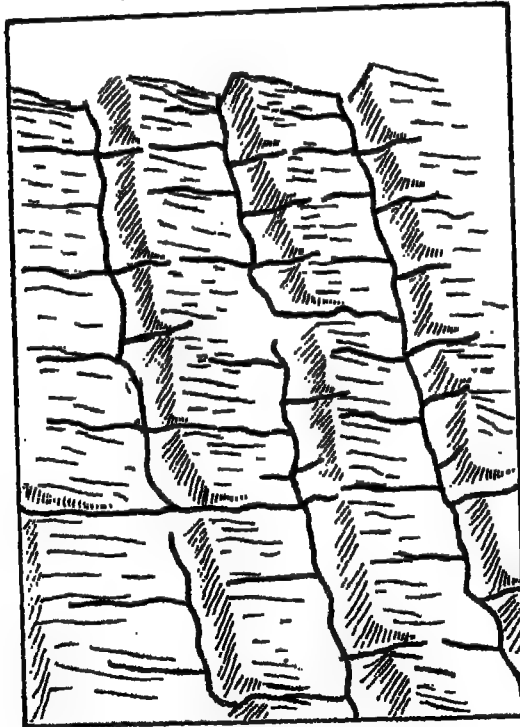


شكل (١٢٧-د)

ويمكن أن يوجد هذا النمط أيضا في بعض أنماط البنية الانكسارية



البسيطة . وذلك حيث توجد عدة خطوط انكسارات متوازية ترتبط بها بعض الحواف الانكسارية المتجاورة ففي مثل هذه البنية قد توجد بعض خطوط التصريف التالية على طول خطوط الانكسارات بينما تتبعه إليها خطوط من الجانبين تلتقي معها بزوايا تقرب من القائمة على الخريطة ، شكل ( ٢٧ ب ) . كما ان بعض الخطوط الرئيسية قد تقطع بعض الحواف على طول خطوط مفصلية أو انكسارات أصغر أو شروخ كبيرة ، شكل ( ٢٨ ) .



( شكل ٢٨ )

وقد يوجد هذا النمط أيضا في أراض أخرى تحتوي على تلال طولية .

أحواض طوالية كما هو الحال في بعض السكتبان الطولية الساحلية وما بينهما من منخفضات أو في مناطق الإرساب الجليدى .

وبلاحظ أن هذا النمط ربما يصنف كتصريف مستطيل وخاصة إذا كنا بصدد خريطة أصغر مقياسا تضم مساحة واسعة . ذلك أنه يمكن أن يكون هناك نهراً رئيسياً تابعا يقطع نسفاً من السكويستات شديدة الميل أو الحواف القعرية بطيئة الميل وتنتهى إليه تلك الروافد التالية .

وهذه الروافد التالية وروافدها من خطوط تابعة ثانوية وعكسية قد لا تشكل نمطا متشابكاً مثالياً بل يمكن أن يكون أقرب إلى الوصف بالنمط المستطيل .

### ٣ - النمط الحلقي annular :

ويقصد به مجموعة خطوط التصريف التي تظهر في الخريطة بشكل مقوس أو شبه دائرى ، شكل ( ٢٧ ) . ومن المتفق عليه أنه ليس من الضروري أن يكون دوران الخطوط كاملاً أو لمسافات طويلة . كما أنه ليس من الضروري أن تكون كل شبكة التصريف تتميز بهذه الصفة . ذلك أن هناك خطوط تصريف عكسية وتابعة ثانوية لاتتخذ الاتجاه الدائرى الذى تنصف به الجارى التالية كما يتبين من الشكل السابق . هذا بالإضافة إلى الأجزاء التي تقطع امتداد الحواف القعرية .. الخ .

وتشير هذه الخطوط الدائرية ( شبه الدائرية ) وأوديتها إلى وجود قبة التوائية ذات طبقات متفاوتة الصلابة تعرضت لتعرية شديدة . وقد تكون القبة التي تكونت فيها هذه الأودية وخطوط التصريف الدائرية ذات نظام

يضم طبقة صلبة تليها طبقة ضعيفة ثم أخرى صلبة وهكذا . كما قد تكون القبة جيدة الاستدارة وشبه كاملة . ومن المتوقع في هذه الحالات أن يوجد نمط دائري شديد الوضوح كما هو موضح بالشكل .

ومن المألوف أن يوجد بين خطوط التصريف الحلقي هذه أراض مرتفعة نسبياً تتخذ نفس امتداد الخطوط الرئيسية بوجه عام . ويظهر القطاع العرضي لهذه الأراضي المرتفعة على هيئة ما يعرف بالمهبط أو الكوبستات . إلا أنه على العكس من ذلك قد يوجد هذا النمط دون أن توجد تضاريس واضحة تتمثل بخطوط كنتور عديدة . وربما يرجع ذلك إلى أنه مع وجود بعض التفاوت في مقاومة الطبقات مما يساعد على تطور هذا النمط إلا أن الطبقات في معظمها ضعيفة المقاومة بحيث لم تتخلف هجبات كات أو كويستات شبه دائرية بين خطوط التصريف . وتعتبر هذه الحالة مثلاً جيداً للإفادة من الخريطة البكتورية في معرفة البنية الجيولوجية .

#### ٤ - النمط المعكوس ( المنس ) : barbed

ويقصد به ذلك النمط الذي يدل شكله العام على أن اتجاه تصريف المياه في خط الجريان الرئيسي قد صار بالعكس . وتعتبر خطوط التصريف المعقوفة recurved أوضح حالات هذا النمط . وتتكون هذه الخطوط المعقوفة بصورة ملفتة للنظر إذا أصيب التصريف المستطيل أو التصريف المشابك بانعكاس في اتجاه تصريف النمط الرئيسي ، شكل ( ٢٦ ، ٢٧ د ) .

ومن الأمور البسيطة أن يحدد اتجاه الجريان في الروافد وفي الخط أو الخطوط الرئيسية حتى بالاعتماد فقط على خريطة لشبكة التصريف . ويستثنى

من ذلك حالات قليلة تتطلب خريطة كنتورية — ربما ببعض النمط المناسب —  
لتبين اتجاه مياه بعض الأنماط المعقدة وخاصة ما يعرف بالنمط المضطرب  
deranged.

ففي الأنماط الأخرى (غير المعكوسة) يلاحظ أنه بفحص بعض أجزاء  
إلتقاء خطوط التصريف على الخريطة وتحديد الجهة التي تأتي منها خطوط  
تصريف أكثر وأطول يمكن معرفة اتجاه المياه في النمط الرئيسى. ويساعد على  
ذلك بطبيعة الحال ما سبق ذكره عن الرجوع إلى الخريطة الكنتورية وما تحتويه  
من نمط مناسب لتحديد اتجاه الجريان. كما أن أغلب الأنماط تتميز خطوطها  
الصغيرة بأنها تلتقى مع الخطوط الأكبر بزوايا أقل من القائمة مما يساعد على  
تحديد اتجاه الجريان للوهلة الأولى. وفي ضوء ذلك فإذا تبين أن اتجاه المياه  
في خط تصريف كبير أو في عدة خطوط هو عكس ما يجب أن يكون عليه  
فإننا نكون بإزاء إنعكاس في اتجاه الجريان.

ومما يذكر أيضا أنه قد تدعو الحاجة إلى الاستعانة بلوحات كنتورية  
مجاورة للوحة المستعملة للوقوف على الامتداد الكامل أو الاتجاه الصحيح  
لنمط التصريف الرئيسى. ذلك أن الأمر لا يقتصر على ما سبق ذكره من  
صعوبة بل هناك أمثلة من هذا النمط تعتبر في مرحلة بدء التكوين. ذلك أنها  
يمكن أن تكون في حالة أسر نهري لم يكتمل بعد. وفي هذه الحالة ينبغي  
التأكد من الاتجاه الصحيح للجريان أو نمط التصريف الرئيسى.

وتبرز هذه الصعوبة بصفة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث  
يقل تكرار جريان المياه ومن ثم قد توجد خطوط تصريف كبيرة ولكنها  
أخذت تتعرض لأسر أو تحويل نهري. وهذا يعني عدم استقرار خط  
الجريان مما قد يستلزم دراسة ميدانية لتبين الوضع الموجود.

ويعتبر النمط المعكوس على قلة وجوده نسبياً من أهم أنماط التصريف من الوجهة الجرفولوجية . فهو يشير إلى احتمال حدوث أسر أو تحويل نهري . كما قد يشير إلى حركات تكتونية بكمية تؤدي إلى انعكاس اتجاه التصريف . وهذه مسائل لها أهمية بالغة في الدراسة الجرفولوجية .

وبعد هذه الأمثلة لأنماط التصريف لعله من المستحسن أن نلجأ إلى حقيقتين متصلتان بهذا الموضوع . الحقيقة الأولى هي أن كلا من أنماط التصريف يرتبط بخصائص بنيوية على نحو ماسبق إيجازه . إلا أنه قد يكون هناك عدم توافق بين نمط التصريف والبنية . وقد يكون هذا راجعاً إلى ما يعرف بالإنطباع النهري . ولكن ينبغي أن نذكر عن الانطباع أنه لا يحدث لشبكات تصريف كبيرة بل لأجزاء نهريّة صغيرة أو لشبكات محدودة المساحة . كما قد يكون عدم التوافق مع البنية راجعاً إلى حدوث حركات تكتونية بعد تكون الشبكة النهريّة مما يؤدي إلى وصف خطوطها بأنها سابقة (مناضلة) antecedent . إلا أن ذلك هو الآخر لا ينبغي أن نتوقعه بكثرة . كما قد يكون عدم التوافق مع البنية راجعاً إلى التحويل النهري ، أو إلى الأسر النهري .

ولهذا فإن فحص أنماط التصريف ومقارنتها بالبنية التي تجري فيها خطوط الجريان قد يكون مفتاح بعض الاستنتاجات الجرفولوجية الهامة . ذلك أن وجود نمط يعرف عنه أنه يصاحب بنية معينة لا وجود لها في السطح الحالي يعني أننا بإزاء حالة من الحالات الأربع سابقة الذكر .

أما الحقيقة الثانية التي ينبغي التليح إليها أنه لا يصح الاعتماد على الخريطة السكتورية وحدها إذا كان الأمر يتعلق بتفصيلات أكثر عن

أنماط التصريف ، أو غير ذلك من الدراسات المتعلقة به . ذلك أنه ينبغي الاستعانة بزوجيات الصور الجوية ، فهي تظهر من التفاصيل مالا تظهره الخريطة السكتورية . وقد يؤدي الإلزام بهذه التفاصيل إلى تعديل التسمية أو التصنيف ، كما قد تظهر أنماط لا وجود لها في الخريطة كالنقط المشتبّه بمنحدرات المضيض بطيئة الانحدار قليلة التضرس .

## التحليل المورفومتري للخريطة الكنتورية

تمهيد :

بعد التدريب على استعمال ودراسة الخريطة الكنتورية أساساً في الفحص الصحيح للخريطة واستنتاج ما يفيد . وينبغي أن يكون فاحص الخريطة على دراية كاملة بأصول رسم خطوط الكنتور وكيفية وضع أرقامها ، وبمعنى تعرجات الخطوط ، وتباعدها وتقاربها ، وكذلك بترتيب المسافات الأفقية بين الخطوط . . . إلخ . كما أنه ينبغي أن يأخذ منذ الوهلة الأولى في الحسبان نسبة مقياس رسم الخريطة حتى يمكنه تقدير أبعاد التضاريس والمسافات الأفقية بين خطوط الكنتور . وتبلغ الإفادة بالخريطة درجة أكبر بالإفادة مما يضاف إلى طريقة الكنتور . من طريق أخرى مساعدة كنقطة المناسيب أو التسمير أو غيرها .

وهناك بضع طرق لتحليل الخريطة الكنتورية تختلف باختلاف الغرض الذي تستعمل فيه الخريطة . إلا أن هناك طرقاً أساسية تفيد في أغراض متباينة منها عمل القطاعات التضاريسية ، وكذلك بعض خرائط الانحدار . وما نود التلميح إليه هنا أن جل الاهتمام ينصب على الإفادة الجرفولوجية من الخريطة الكنتورية .

وقبل الدخول في تفصيلات طرق تحليل الخريطة تنبغي الإشارة إلى أن الشخص المدرب على استعمال الخريطة يمكن أن يفيد منها إلى حد كبير في بعض الاحتمالات والاستنتاجات المبدئية . إلا أن هذا لا يعني أن تكون

كل الاستنتاجات التي تلوح لأشخاص مختلفين استنتاجات واحدة . بل يمكن أن يكون هناك تفاوتاً أو تعارضاً . ومرجع ذلك تفاوت الخبرة في استعمال الخريطة ، وفي الوقت الذي يخصص لفحصها ، وفي الطرق التي تتبع لتحليلها ، ثم في الخلفية المتعلقة بدراسات التضاريس .

ويزداد التفاوت في الاستنتاجات إذا لم يقتصر الأمر على ما تقدمه الخريطة بصورة مباشرة عن شكل السطح . ذلك أن هناك من خصائص السطح وبخاصة في الجوانب الجرفولوجية ما يمكن استنتاجه بصورة غير مباشرة من الخريطة السكتورية الجيدة . إلا أن كثيراً من هذه الاستنتاجات يدخل ضمن الاحتمالات التي تستدعي دراسات أخرى على الصور الجوية وفي الميدان وكذلك الجيومورفولوجية السطح ، وذلك حتى يمكن ترجيح فكرة على أخرى مما سبق افتراضه بناء على الخريطة وحدها .

وتعتبر أولى الخطوات للاستفادة من الخريطة السكتورية هي فحصها فحصاً عينياً دون اللجوء إلى عمل رسوم أو إجراء حسابات عما يوجد من تضاريس . ويعتبر الفحص العادي أو ما يعرف بقراءة الخريطة لوقت معقول نسبياً في بعض الأحيان لإبداء الرأي في أمر قد لا يحتاج بيانات أو دراسات أخرى . فما يمكن إجراؤه على وجه السرعة تبين أكثر الأجزاء ارتفاعاً وأكثرها انخفاضاً ، وأشد الانحدارات وأبطئها ، وتحديد شكل الانحدار من حيث كونه محدباً أم مقعراً أم مستمراً . كذلك يمكن إعطاء أوصاف عامة للقطاعات الطولية لخطوط الجريان المائي ، وللقطاعات العرضية للأودية وأراضي ما بين الأودية . . . إلخ . وتعتبر القدرة على سرعة الإلمام بمثل هذه البيانات حداً أدنى للمستوى المطلوب لامتثال الخريطة السكتورية بواسطة مختلف الدارسين والباحثين .



وتعتبر الخريطة الكنتورية في حد ذاتها وسيلة كمية . ذلك أنها تمثل جانبيين رئيسيين من أبعاد السطح وهما الارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لمستوى مقارنة ، ثم البعد الأفقى للسطح . كما أن الخريطة تمثل بعداً ثالثاً وإن كان بدرجة أقل دقة عادة وذلك هو جوانب المرتفعات أو المنخفضات مما يمكن تبينه من خصائص خطوط الكنتور . ومناسبتها . ومن الطبيعي أن تكون الخريطة الكنتورية لذلك وسيلة كمية في حد ذاتها . كما أنها تعد مصدراً كميّاً لبعض الطرق الإحصائية والرياضية مما يأتى الكلام عنها .

إلا أنه لا ينبغي الاعتقاد بأن الخريطة تمثل التضاريس تمثيلاً كافياً لكل الدراسات المختصة والمتصلة بالتضاريس . فإن أية خريطة تضاريسية مهما كانت تفصيلاتها لا يمكن أن توضح كل تفصيلات سطح الأرض . وهكذا فهمنا كانت الطريقة المتبعة في تحليل الخريطة على درجة من الدقة أو الجودة فإنه لا ينبغي الاعتقاد في صحة جميع النتائج والاستنتاجات وخاصة ما كان تفصيلياً منها .

كذلك تعتبر القطاعات التضاريسية طريقة كمية ولكنها بسيطة تمثل شكل سطح الأرض على طول خط ما . ولا ينبغي أن يكون وصفها بذلك الوصف غريباً . فهى تتضمن تعبيراً رقمياً عن الامتدادين الرأسى والأفقى للتضاريس مع تفصيلات لا بأس بها عن جوانب المنحدرات . بل إن القطاع التضاريسى الدقيق يعتبر أدق تعبير كمى عن السطح بين نقطتين . ولكن إذا عولجت عدة قطاعات مجتمعة بطريقة إحصائية نصبح بإزاء مميزات وعيوب الطريقة الإحصائية المتبعة على نحو ما يأتى ذكره مما أسمى بقطاعات النسب المئوية .

وعلى أية حال فالقطاعات التضاريسية تستعوز على اهتمام كثير من الدارسين لسهولة عملها فحسب، وإنما لما لها من فائدة مرموقة في عدة دراسات. ولهذا السبب بوجه خاص قد آثرنا أن نعالجها بصورة مستقلة قبل الكلام عن طريق التحليل الكمية الأخرى. وهكذا ينقسم الكلام عن التحليل المورفومتري للخريطة الكنتورية إلى قسمين رئيسيين هما: القطاعات التضاريسية، طرق كمية أخرى.

### أولاً: القطاعات التضاريسية

للقطاعات التضاريسية عدة تصنيفات نعرض لها في هذا القسم. ومع تنوع القطاعات فكلها يمكن أن يعرف بأنه خط بياني يمثل شكل سطح إلى سطح البحر كما قد تكون — ولكن بصورة نادرة — منسوبة إلى نقطة محلية. ويلاحظ أن هناك بعض العيوب التي توجد في القطاعات مهما بلغت من دقة في رسمها. وترجع هذه العيوب خاصة إلى النقص أو الخطأ في الخريطة التي يعمل منها القطاع، وإلى ضرورة المبالغة الرأسية في شكل التضاريس كما سيرد الذكر.

ويعتبر التدريب على عمل القطاعات ضرورة بالنسبة للمهتمين بدراسة التضاريس. فكما يتضح تباعاً تفيد هذه القطاعات في الدراسة الجرفولوجية، وفي بعض الجوانب التطبيقية. هذا فضلاً عن أن التدريب عليها يساعد على تنمية القدرة على تصور شكل سطح المنطقة التي تمثلها كل من الخرائط المختلفة.

وينبغي التأكيد على أن دراسة عمل القطاع ليست تدريباً هندسياً أو كارتوجرافياً. فلا ينبغي أن يخفى أن عمل القطاع يكون عادة مسبوقاً بهدف

ما . وقد يكون هذا الهدف دراسة أشكال سطح الأرض ، أو تحويل القطاع إلى قطاع جيولوجي ، أو هدفًا تطبيقيًا مثل تحديد الرؤية والاحتياج في المناطق المخرسة . . إلخ .

وقد سبق إيجاز تعريف القطاع بأنه خط بياني يمثل الشكل العام لسطح الأرض ومناسيبه على طول خط ما . وقد يكون هذا الخط مستقيمًا وفي وضع أفقي أو رأسي أو مائل على الخريطة . ويشكل هذا الوضع من خطوط القطاعات نصيبًا غير قليل من أوضاع خطوط القطاعات .

أما الوضع الثاني لخط القطاع فيمكن أن يكون على هيئة « زجراج » . وهذا قد يمتد في أي جزء وأي اتجاه على الخريطة . ومن الضروري عند رسم هذا النوع أن تحدد نقط تغير اتجاه الخط فضلاً عن نقطتي البداية والنهاية ، كأن يكتب عليه ا ب ج د مثلاً . وبما يذكر أن هذا الوضع من القطاعات يتعارض مع تعريف خط القطاع بأنه خط بين نقطتين ، ذلك أنه يمكن أن يكون بضع نقاط .

أما الوضع الثالث لخط القطاع فهو الخط المتدرج . وأهم أمثلة هذا الوضع هي خطوط الجريان للماء ، أي الأنهار وخطوط الجارى أو المحاور الطولية لقيعان الأودية الجافة . كذلك يمكن عمل قطاع على هذا الوضع (أو على الوضع السابق) لخط تقسيم مياه ، أو لطريق في مناطق مخرسة .

### عمل القطاع التضاريسى :

هناك بضع طرق لعمل القطاع من الخريطة . ونكتفي هنا بشرح طريقتين مع الإشارة ضمناً إلى طريقة ثالثة لا تصاح لقطاعات الخطوط المتعرجة .  
(م ٥ — الخريطة)

والطريقة الأولى يمكن تسميتها بطريقة شريط الورق ، والطريقة الثانية يمكن تسميتها بطريقة القياس على خط القطاع .

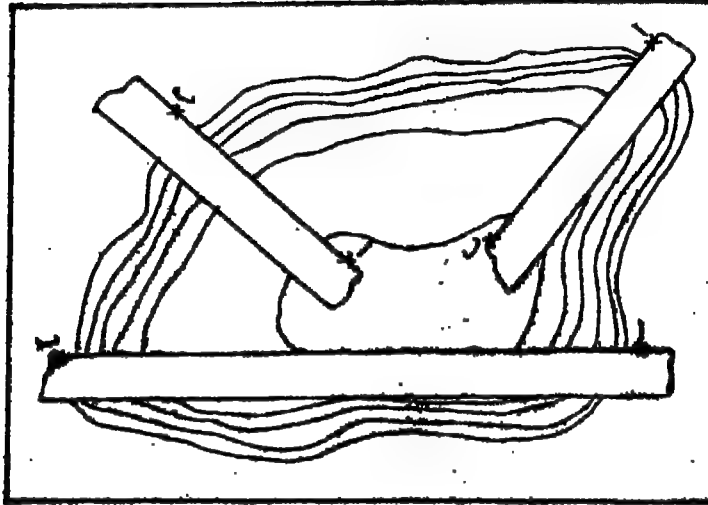
وقبل شرح خطوات عمل القطاع يمكن تلخيص ذلك عامة بأنه محاولة عمل خط — يفضل رسمه على ورقة رسم بياني عادية — تتحدد تمرجاته المرتفعة والمنخفضة تبعاً للمناسيب التي يمر بها خط القطاع الذي حدد على الخريطة . ولتحقيق ذلك تتبع أياً من الطريقتين الآتيتين .

#### طريقة شريط الورق :

يلزم لهذه الطريقة شريط من الورق « الكالك » أو العادي لا يقل طوله عن طول الخط المحدد لعمل القطاع . كما تلزم بعض أدوات الرسم وورقة مربعات عادية لا يقل طولها عن طول خط القطاع . ولا تباع هذه الطريقة لعمل قطاع على طول خط مستقيم تجرى الخطوات الآتية :

١ — توضع حافة شريط الورق على طول خط القطاع المحدد على الخريطة بحيث تكون حافة شريط الورق ملاصقة للخط ولكنها لا تنفقه . ومن المستحسن ألا يوضع شريط الورق إلا بعد التفكير في توجيه القطاع الذي سيتم رسمه . وعلى العموم ، فيمكن وضع هذا الشريط أسفل الخط في كل حالات خطوط القطاعات التي تمتد بموازية الإطار السفلي أو العلوي للخريطة كما يتضح في شكل ( ٢٩ ) . كذلك يتضح وضع شريط الورق فيما يتعلق بموضعين آخرين . ومن الواضح أنه إذا كان خط القطاع رأسياً فيمكن

وضع الورقة بمحاذاة أى من جانبيه . والقصد من ذلك هو الحفاظ على توجيه القطع بقدر الإمكان .



شكل (٢٩)

يحدد على شريط الورق بداية ونهاية خط القطع ، وكذلك يحدد جميع النقاط التي تقع عند تقاطع خطوط الكتور مع خط القطع أى مع حافة الورقة . هذا مع كتابة منسوب كل نقطة طبقاً لما هو مبين على خطوط الكتور ، وبراى أن يحدد اتجاه القطع ويسجل ذلك في الرسم النهائي . فيكتب مثلاً عند بدايته ١٠ و عند نهايته شق أو أى اتجاهات أخرى حسب امتداد خط القطع . وإذا لم يكن شريط الورق من « الكالك » فقد يستدعى ذلك رفع هذا الشريط مؤقتاً لقراءة منسوب بعض خطوط الكتور التي قد تكون مخفية تحته . وغنى عن الذكر أنه ينبغي المدة عند إعادة شريط الورق إلى وضعه السابق مرة أخرى .

٣ — يلاحظ على بعض خطوط عمل القطاعات أنها قد تمر بمواقع

وبيانات ينبغي أحياناً تسجيل بعضها على شريط الورق بل قد تضاف ملاحظات أخرى يراها القائم برسم القطاع . فمن المواقع أو البيانات التجارية الأنهار والطرق والمناطق السكنية وغيرها . ومن الملاحظات التي ينبغي تسجيلها المنسوب التقريبي لكل من بداية ونهاية القطاع إذا لم يكن المنسوب محددًا بخط كنتور أو نقطة منسوب . وكذلك المنسوب التقريبي للأجزاء العليا من الأراضي المرتفعة والأجزاء السفلى من الأراضي الواطئة .

٤ — يرسم في الجزء السفلي من ورقة المربعات المخصصة لرسم القطاع خط أفقي ( محور طولي ) مساوٍ في الطول لخط القطاع ، وذلك إما بعد قياسه من الخريطة أو طبقاً لشريط الورق الذي حدد عليه خط القطاع . ثم يرسم عمود عند كل من طرفي ذلك الخط . وتدلنا الخبرة على أنه يمكن رسم القطاع التضاريسي قبل حساب ما يعرف بالمبالغة الرأسية التي ستعرض لها بعد قليل ، وذلك بحيث تحسب المبالغة بعد إتمام رسم القطاع وتسكتب تحت الشكل مع مقياس الرسم . إلا أنه لتقليل المبالغة الرأسية مع إخراج القطاع بشكل مقبول فيراعى أن يكون هذين العمودين نحو نصف خط القطاع ( المحور الأفقي ) أو أقل قليلاً بالنسبة للمناطق المخرسة وأقل من ذلك بالنسبة للأراضي قليلة التضرس . بعبارة أخرى ، ليس من المستحب أن يكون الإطار الناتج مربعاً كما أنه ليس من الصواب أن يسكون ضيقاً ومستطيلاً أكثر مما ينبغي . وهكذا فيبعد عمل عمودين مناسبين يقسم أحدهما كقياس رسم رأسى للقطاع ، ويراعى في ذلك ما يراعى في الرسوم البيانية وخاصة ألا يترك جزء كبير من المقياس الرأسى في أسفل الشكل أو في أعلاه . وما يراعى أيضاً أنه إذا كان القطاع كبيراً فيمكن أن يتخذ العمودان المذكوران كقياسين رأسيين .

٥ — يوضع شريط الورق على الناحية السفلى من الخط الأفقي الذي سبق

رسمه، ثم توضع على ورقة الرسم المخصصة لرسم القطاع تلك المناسيب المسجلة على ذلك الشريط . وينبغي الحرص عند تسجيل هذه النقاط طبقاً لمنسوبها تبعاً للمقياس الرأسى الذى سبق إعداده فى الخطوة السابقة . ومن المستحسن أن يتم الرسم بالقلم الرصاص أولاً ثم يستعمل الحبر بعد ذلك . فضلاً عن تحديد النقاط المذكورة يتم تحديد ما سبق ذكره من مواقع سجلت على شريط الورق . بعد ذلك يتم عمل خط يصل بين النقاط التى وقعت على ورقة الرسم مع مراعاة أن يتم ذلك « بالمنحنىات البلاستيك » المناسبة لذلك ، أو باليد إذا لم تكن هذه متوفرة . وينبغى عند التوصيل بين هذه النقاط أن يقوس الخط قليلاً إلى أعلى فى حالة الأراضى المرتفعة ويقوس قليلاً إلى أسفل فى حالة المرور بأراضى منخفضة . ويتوقف مقدار التقوس على تقدير القائم بعمل القطاع وطبقاً للمقياس الرأسى للقطاع . وفى النهاية يمد خط فى الجانب العلوى من الرسم يصل بين المحورين الرأسيين ، ويحدد اتجاه القطاع بحسب الجهات الأصلية .

٦ — ورسم مقياس خطى أفقى طبقاً لمقياس رسم الخريطة ، أو يقسم المحور الطولى إلى أقسام ليستعمل كقياس أفقى . وتحسب المبالغة الرأسية وتكتب أسفل الشكل . ثم يكتب عنوان للقطاع أسفل الشكل يحدد موقعه من الخريطة ويتضمن ما يمكن كتابته كعنوان .

وفىما يتعلق بعمل قطاع بهذه الطريقة على طول خط « زجراج » فتراعى جميع الخطوات السابقة . وما يضاف هنا أنه من الضرورى أن تحدد النقاط التى يتغير عندها اتجاه الخط . ويبين ذلك على القطاع وعلى خريطة ترافقى القطاع إن أمكن . وما يذكر أنه يتم التغلب على هذه اتجاه خط القطاع الموجود

في الخريطة بتحرك شريط الورق بحسب الأوضاع المختلفة ومعالجته كمنحط واحد مستقيم .

وعما يمكن ذكره هنا أن طريقة الخطوط المستقيمة من خط القطاع إلى ورقة الرسم لا يسهل اتباعها في هذه الحالة نظراً لتكسر خط القطاع . فذلك يتطلب تحريك ورقة رسم القطاع في عدة أوضاع موازية لكل من أجزاء خط القطاع . وكان هذا من أسباب استبعادها . وبطبيعة الحال لا تصلح هذه الطريقة بالمرّة لعمل قطاع على طول خط متعرج ولذلك فينبغي اتباع طريقة القياس الآتي ذكرها .

### طريقة القياس :

قد تدعو الحاجة إلى رسم قطاع من الخريطة على طول خط متعرج كجرى مائي أو طريق في منطقة جبلية أو على طول خط مستقيم . وبالرغم من إمكانية اتباع طريقة شريط الورق بشيء من التصرف في عمل قطاع على طول خط متعرج إلا أنه من المفضل اتباع طريقة القياس . وإذا كانت الخطوات السابقة الخاصة بطريقة شريط الورق واضحة فيمكن أن يقيصر فهم هذه الطريقة التي يمكن إيجاز خطواتها كالآتي :

١ — بعمل في ورقة جانبية جدول من حيزين ( خانتين ) رأسيين : الحيز الأول بعنوان المناسب وتسكتب تحت هذا العنوان كلتا من - إلى أما الحيز الثاني فيعنوان المسافات .

٢ — إذا كان الهدف رسم قطاع طولي لجرى مثلاً يبدأ بتقدير



منسوب بد'ية خط الجرى (لأنه عادة لا يبدأ بخط كفتور أو نقطة منسوب محده) ويكتب هذا المنسوب (تحت كلمة من) في الجدول المعد. كما يكتب منسوب خط الكفتور الذى يقطعه خط الجرى (تحت كلمة إلى) في ذلك الجدول. ثم تقاس بالقسم والمسطرة المسافيين بداءة الجرى وأول خط يقطع خط الجرى، ويكتب طولها في ذلك الجدول أمام الرقين السابقين ويراعى أن تكون فتحة القسم مناسبة لتعرجات خط الجرى. وبصفة عامة كلما كانت فتحة القسم أصغر فإن ذلك يساعد على دقة القياس.

٣ — يتم كذلك كتابة المنسوبين التاليين، وهما منسوب الكفتور السابق ومنسوب الكفتور الذى يليه. وتقاس المسافة بينها أيضاً ويكتب طولها في المكان المخصص لذلك، وهكذا حتى يتم الانتهاء من كتابة جميع المسافات المقاسة أمام زوجيات خطوط الكفتور. ومن الممكن أن تسجل بعض المواقع الأخرى على خط القطاع مما قد يكون لها أهمية على القطاع الطولى.

٤ — يبدأ في رسم القطاع مع مراعاة أن طول محوره الأفقى هو مجموع المسافات التى تم قياسها على طول خط الجريان. كذلك يراعى ألا يزيد المحور الرأسى عن نصف طول المحور الأفقى في حالة القطاعات شديدة الانحدار، ولا يقل عن ربع أو خمس طوله في حالة القطاعات بطيئة الانحدار. ويتضح مغزى ذلك بعد قليل ضمن الكلام عن المبالغة الرأسية في القطاعات.

٥ — يرسم مقياس خطى أو يستغل المحور الأفقى كقياس خطى، ويكتب مقدار المبالغة الرأسية تحت الشكل. وفي الحالات التى لا تتضمن مبالغة رأسية — وهى حالات نادره — يوضح على المقياس الخطى أنه

يمثل المقياس الأفقي والرأسي . ثم يكتب عنوان للقطاع باسمه ، وموقعه إذا لم يكن مشهوراً وبعد ذلك يعاد رسم القطاع بالحبر المناسب على الورق المناسب .

### المبالغة الرأسية :

من المستحسن أن نعرف للمبالغة الرأسية في القطاعات وطريقة حسابها قبل الدخول في التفاصيل المتعلقة بها . ويمكن أن نعرفها بأنها مقدار الفرق بين قيمة المقياس الأفقي وقيمة المقياس الرأسى للقطاع . وما يذكر أنه ليست هناك مبالغة أفقيه في القطاعات التضاريسية .

ولتوضيح المقصود بالمبالغة الرأسية يمكن القول أنه إذا كانت قيمة السنتيمتر في المقياس الرأسى للقطاع تعادل ١٠٠ متر مثلاً ، وقيمة السنتيمتر في المقياس الأفقي لنفس القطاع هي ٥٠٠ متر ، فإننا نكون بأزاء مبالغة ٥ مرات في المقياس الرأسى بالنسبة للمقياس الأفقي . بعبارة أخرى ، بينما يمثل السنتيمتر ٥٠٠ متر في المحور الأفقي ، فهو يمثل ١٠٠ متر فقط في المحور الرأسى ، أى أنه مكبر عن المقياس الأفقي بالنسبة سابقة الذكر ( ٥ مرات ) .

وغنى عن الذكر أن المقياس الأفقي للقطاع الذى يعمل من الخريطة هو ذاته مقياس الخريطة . وقليلاً ما يتم تكبير القطاع لغرض ما أثناء الرسم . إلا أنه إذا كان ذلك مطلوباً فينبغى اتباع طريقة المقياس سابقة الذكر مع مضاعفة المسافات بالقدر المطلوب للتكبير . وبعد رسم القطاع ينبغى تعديل مقياس الرسم بحسب القطاع المكبر . كما ينبغى حساب المبالغة الرأسية في ضوء هذا المقياس الجديد لا مقياس الخريطة .

ومع أنه يمكن رسم كثير من القطاعات باطمئنان في ضوء بعض الاعتبارات التي يلي ذكرها فإنه قد يكون ضروريا أحيانا أن تحسب المبالغة الرأسية قبل رسم القطاع . ولحساب هذه المبالغة يجزى الآتى :

### قيمة السنتيمتر بالمحور الأفقى

### قيمة السنتيمتر بالمحور الرأسى

وهكذا فلرسم قطاع بلا مبالغة رأسية ينبغى أن تكون قيمة السنتيمتر فى المقياس الأفقى مساوية لقيمتة فى المقياس الرأسى . وننبه إلى أنه قد يحدث خاط عند المبتدئين بين السنتيمتر فى المقياس الجانبي والأقسام التى تعد لكتابة المناسب . ذلك أن هذه الأقسام ليس من الضرورى أن تكون بالسنتيمترات .

ويعتبر القطاع العضاريسى خطأ بيانياً ولكنه يختلف عن جميع الخطوط الأخرى اختلافاً جوهرياً . فهو خط يمثل شكل سطح الأرض على طول خط ما . ولذلك فإن أى تطويل أو تقصير أكثر من اللازم فى المحور الرأسى يؤدى إلى تفاوت شكل القطاع . ومن المعلوم أن هذا المحور تدرج عليه المناسب الخاصة بتوضيح الارتفاع والانخفاض مما قد يدعو إلى التفكير للوهلة الأولى بأنه لا ضير فى عمل المحور الرأسى بأى طول ، ولكن هذا ليس صحيحاً . ذلك أن المبدأ العام هو مراعاة التوفيق بين عمل القطاع بشكل مقبول وواضح ، مع تلافى المبالغة الرأسية أى عمل محور رأسى طويل بصورة أكثر مما ينبغى فى نفس الوقت .

وقد ذكرنا آنفاً أن الخبرة تدل على أنه يمكن محور رأسى يتراوح بين

ثالث. ونصف المحور الأفقى للقطاعات التى تعمل لمناطق ذات التفاوت التضاريسى الكبير . أما القطاعات التى تعمل لمناطق ذات تضاريس طفيفة فينبغى منها أن تكون نسبة المحور الرأسى إلى المحور الأفقى أقل من الثلث . وبطبيعة الحال لا يستحب عادة تقليل المحور الرأسى عن خمس طول المحور الأفقى . هذا وإلا أصبح شكل القطاع غير مقبولا ، بل وربما لا يسهل تبين تقسيم المحور الرأسى والكتابة التى توجد عليه .

وإذا أخذت هذه الاعتبارات فى الحسبان فيمكن رسم القطاع قبل أن تحسب المبالغة الرأسية . ثم تحسب هذه المبالغة بعد ذلك وتسجل أسفل الشكل كما ذكرنا . ومن المؤكد أن الرسم الناتج ومقدار المبالغة يكون مرضيا فى معظم الأحوال .

إلا أنه ينبغى التنبيه إلى أنه قد تدعو الحاجة لرسم قطاع بلا مبالغة رأسية أو بأقل ما يمكن من المبالغة . ومن أمثلة هذه الحالات عمل قطاع لاستخراج درجة أو مقدار الإنحدار العام ، أو تحديد مرحلة السطح بحسب التصنيف الجرفولوجى . كذلك الحال عند رسم قطاع تضارىسى تضاف إليه بعض البيانات الجيولوجية وخاصة ميل الطبقات فيما يعرف بالقطاع الجيولوجى السطحى . ومن الطبيعى أن تكون مثل هذه القطاعات التى يجب رسمها بأقل مبالغة ممكنة قطاعات ذات محور رأسى صغير جداً .

وفى ضوء ما تقدم فلا يشترط الاعتقاد بأن أحسن القطاعات هى التى ترسم بدون مبالغة رأسية أو بأقل مبالغة ممكنة . بل إن المبالغة الرأسية ضرورية فى معظم الحالات وخاصة إذا كنا بصدد تضاريس طفيفة ، وهذا للتمكن من رسم القطاع من ناحية ولإعطاء بعض التمرجات الصاعدة والمابطة بالقطاع

مما يوضح التضاريس للوجود . ولعله من المستحسن أن نورد بعض النقاط المختصرة التي يمكن الاستفادة إليها عند عمل القطاعات . وهذه النقاط هي :

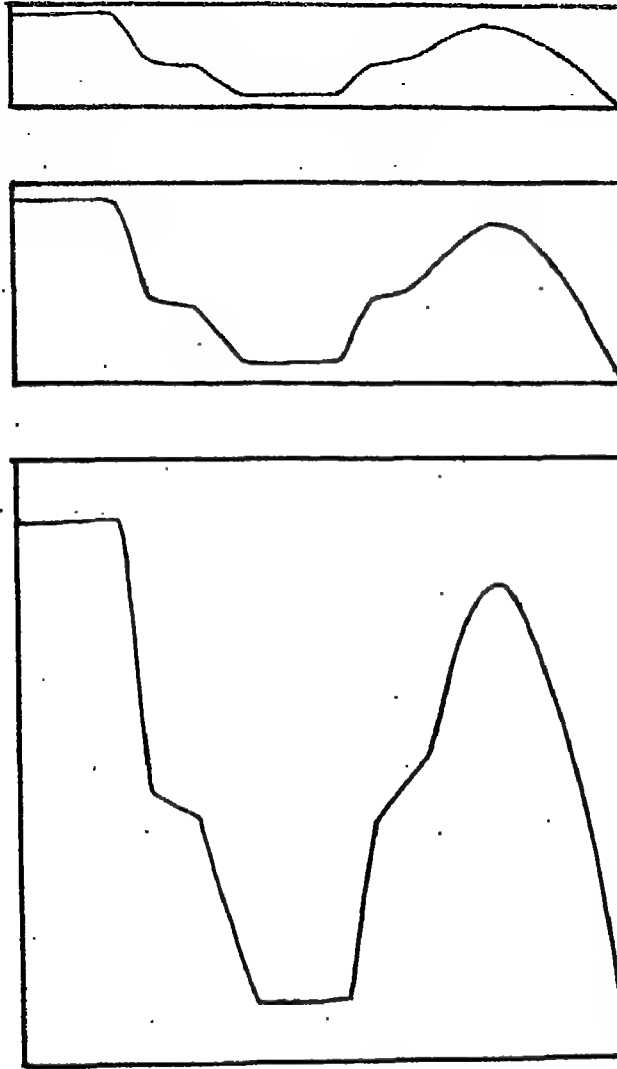
١ — إذا كان عمل القطاع يهدف إلى توضيح الشكل العام للتضاريس وليس بهدف حساب الإنحدار أو تحويله إلى قطاع جيولوجي سطحي فيمكن رسم القطاع في ضوء الأبعاد التي ذكرت في أول الكلام عن المبالغة . وتحسب للمبالغة بعد رسم القطاع وتكتب أسفله مع مقياس الرسم الأفقي .

٢ — في حالة رسم قطاع لاستخراج مقدار الإنحدار بطريقة الرسم فينبغي رسمه دون أى مبالغة . وينبغي اتباع ذلك أيضا في القطاع الذي يزعم تحويله إلى قطاع جيولوجي إلا أن ذلك كثيرا ما يتعذر مما يدعو إلى ضرورة المبالغة إلى حد ما .

٣ — لا يمكن عادة عمل القطاع بدون مبالغة رأسية إذا كانت التضاريس طافية أو الأرض شبه مستوية كما هو الحال في محاولة عمل قطاع من تقطع للناسيب بنحراط السهل الفيضي للنيل المصري مثلا . فهنا لابد من المبالغة الرأسية مئات المرات حتى يمكن رسم قطاع يبين بعض تفصيلات « التضرس » .

٤ — ينبغي أن يكون راسم القطاع وقارئة على دراية بتأثير المبالغة الرأسية حتى لا يؤخذ انطباع خطأ عن شكل التضاريس التي يمثلها القطاع وخاصة فيما يتعلق بالإنحدار . وتوضح أشكال ( ٣٠ — ٣٢ ) ثلاثة أمثلة لحالات مختلفة لنفس التضاريس ، الأولى بدون مبالغة رأسية ، والثانية بمبالغة مرتين ، والثالثة بمبالغة ٦ مرات قدر المقياس الأفقي . ويمكن أن نختم ذلك بمثال هو أن شدة المبالغة الرأسية قد تعطى انطبعا عن سهل تحاى بأنه منطقة ناضجة التضاريس .

-- ٧٦ --



(شكل ٣٠ - ٣٢)

### تصنيف القطاعات :

يمكن تصنيف القطاعات على أسس مختلفة . فمثلا يمكن أن تصنف على أساس الموضوع كالقطاعات الطولية للمجاري النهرية ، والقطاعات العرضية لأوديتها ، والقطاعات العرضية العامة على السطح مما يبرز مرحلة السطح ،

والقطاعات الساحلية .. إلخ . كما يمكن أن تصنف على أساس شكل الخط الذي يرسم القطاع على طوله . وقد سبق التلميح إلى قطاعات الخطوط المستقيمة وقطاعات خطوط « الزجراج » ، وقطاعات الخطوط المنعرجة .

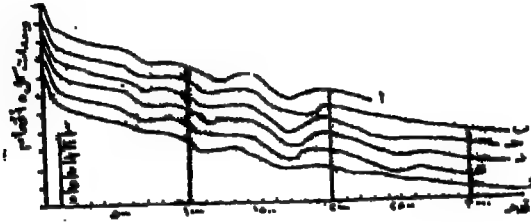
ومن ناحية ثالثة يمكن أن تصنف القطاعات على أساس عدد القطاعات التي ترسم في شكل واحد وكيفية ترتيب هذه القطاعات . ففضلا عن القطاع البسيط أو الوحيد هناك القطاعات المتتابة ( المتتالية ) والقطاعات المتداخلة ، والقطاعات البانورامية . ويمكن إعطاء فكرة عن كل من هذه الأصناف الأخيرة ، ثم نذكر شيئا عن القطاعات الطولية لخطوط الجريان المائي والعرضية للأودية النهرية لما لها من أهمية خاصة .

#### القطاعات المتتابة :

كما نقضح من تسميتها هي مجموعة من القطاعات المتجاورة التي ترسم في شكل واحد بهدف المقارنة بين القطاعات وتبين ما يوجد من تكرار خاصة أو ظاهرة ما .

وهناك أكثر من طريقة لوضع القطاعات في صورة متتابة . فهناك مثلا امكانية عمل عدة قطاعات متتابة بحسب وضعها في الخريطة وفي الطبيعة كما هو الحال بالنسبة للقطاعات التي تمثل جرفا أو تمثل جانبي أحد الأودية . فترسم هذه القطاعات بشكل « دياجرامى » يستغل منه عمق النظر أى ليست مرتبة من اليمين إلى اليسار أو العكس . ويمكن أن ترسم هذه القطاعات على مجسم مبسط للمنطقة التي عملت منها القطاعات . ويراعى في هذه الطريقة ألا تتقاطع خطوط القطاعات . بقدر الإمكان ، وإن كان من الممكن أن تتداخل المخاور التي رسمت عليها القطاعات :

ويمكن أن ترسم القطاعات بطريقة متتابة أخرى . ذلك أنه يرسم محور أفقي ثابت لكل القطاعات ومحور رأسي تبين عليه بداية كل قطاع بطريقة ما . مثال ذلك ما أورده « جرسويل » من قطاعات متتابة تمثل بعض التغيرات التي طرأت على أحد النواحل الرملية كما يتضح في شكل (٣٣) ويمثل كل قطاع من هذه القطاعات شكل الساحل في تاريخ معين .

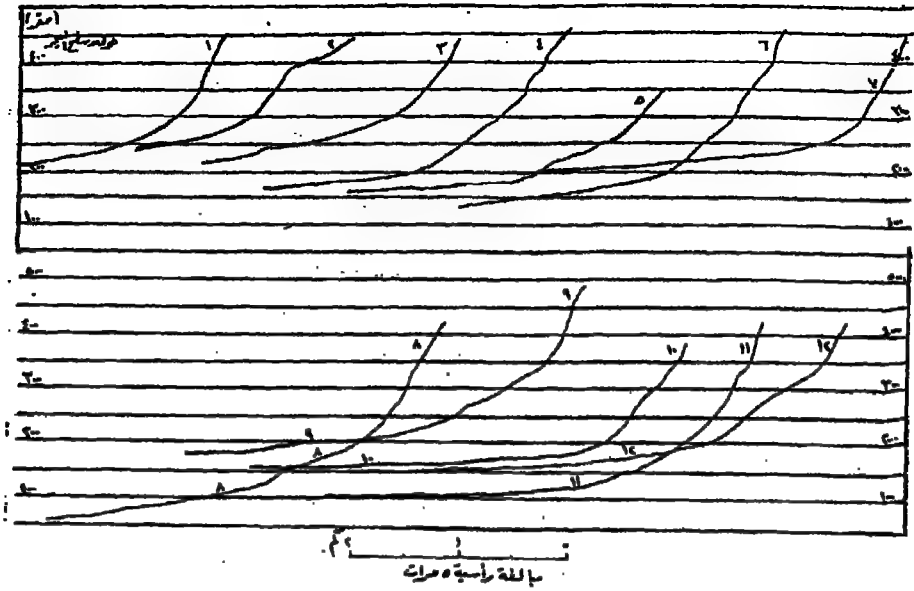


( شكل ٣٣ )

كما أن هناك طريقة ثالثة لرسم القطاعات الطولية لخطوط الجريان وخطوط المنحدرات في صورة متتابة . وذلك بعمل محور رأسي ثابت لكل القطاعات ومحور أفقي غير موحد ، وذلك بحيث ترسم القطاعات متجاورة بترك مسافة ثابتة ما أمكن بالنسبة للمحور الطولي بين كل قطاع وآخر مع ثبات المحور الرأسي كما سبق الذكر . وبوضع شكل (٣٤) مثالا لهذه الحالة لعدد من خطوط التعريف العكسية على المنحدرات الشمالية لمنخفض الداخلة .

ومن المتوقع أن تتداخل بعض الأجزاء الدنيا للقطاعات بهذه الطريقة . والسبب في ذلك هو بطء الانحدار في هذه الأجزاء . ولا سبيل إلى التقليل من هذا التداخل إلا بزيادة طول المحور الرأسي إلى حد ما (زيادة المبالغة الرأسية) ، وتوسيم المسافة الفاصلة بين كل قطاع والذي يليه . ومن المستحسن أن ترقم القطاعات تبعا لمواقعها في الخريطة التي حملت منها .





(شكل ٣٤)

### القطاعات المتراصة (المنظمة) :

وهي قطاعات ترسم في شكل واحد مع ثبات المحورين الرأسى والأفقى .  
وهي لذلك يقطاظم بعضها مع البعض الآخر . ومن المستحسن ألا يرس عدد  
كبير من القطاعات في شكل واحد لدرجة تؤدي إلى تقاطعات كثيرة تقل  
من تبين تفصيلات شكل سطح الأرض الذى تمثله هذه القطاعات . فمن  
الممكن أن تكون بضعة قطاعات ولا تصل مثلاً إلى ١٠ أو ١٥ قطاعاً في  
نفس الشكل مهما كان المدد المتوفر من القطاعات ، ومهما كان الشكل  
كبيراً فليس من الممكن حمل أعداد كبيرة من القطاعات ، وذلك لتسهيل  
فحص القطاعات أو تبينها .

وعما يذكر أنه إذا كانت القطاعات متشابهة إلى حد ما فإنه يصعب رسم  
عدد كبير منها في شكل واحد نظراً لإمكانية تطابق أو تلاصق بعض أجزاء

القطاعات . وبالرغم من هذه الصعوبة فقد يكون هذا مطلوباً ، بعض الحالات لإبراز مقدار التشابه بين بعض القطاعات أو أجزائها . وإذا كان من الضروري تقليل هذا التلاصق إلى حد ما فإنه يمكن تكبير الشكل ، أو عمل مبالغة رأسية أكبر أو كلاهما .

أما إذا كانت القطاعات متعددة الأشكال نسبياً فإن هذا يقلل من فرص تلاصقها ومن ضرورة تكبيرها أو عمل مبالغة رأسية أكبر من اللازم . وبالرغم من عدم تلاصق مثل هذه القطاعات ذات الأشكال المتعددة فإنه يمكن تبين بعض أوجه الشبه والاختلاف بينها طبقاً لبعض المبادئ . فيمكن مثلاً إعطاء أوصاف بالشباب أو النضوج أو الشيخوخة للسطح الذي يمثله أحد القطاعات أو كلها ، كما قد لا تغنى ملاحظات أخرى عن مقدار التقطيع .. إلخ .

#### القطاعات البانورامية :

وترسم هذه القطاعات كقطاعات متداخلة ثم تسمى الأجزاء السفلى من كل قطاع مما يغتنى خلف القطاع الذي أمامه . بعبارة أخرى ، ترسم هذه القطاعات بحيث يظهر أول قطاع بأكمله ، ثم يظهر الذي يليه ( يعلوه ) في بعض الأجزاء التي تعلو القطاع الأول ، ويظهر في القطاع الثالث في الأجزاء التي تعلو القطاعين الأول والثاني . وهكذا .

وهذا يعني أن ترسم هذه القطاعات بحيث يكون القطاع الأول هو أقل القطاعات ارتفاعاً بوجه عام ، ويليه قطاع أكثر ارتفاعاً بوجه عام وهكذا . ولذلك فإن هذه الطريقة لا تصلح إلا للمناطق المتدرجة في الارتفاع بصفة

عامة . فيمكن مثلاً عمل عدد من القطاعات العرضية لحوض تصريف مائى أو لأحد المنحدرات المتوسطة التى تنحدر عليها مجموعة من الأودية . وهكذا توضح هذه الطريقة الشكل العام للأجزاء العليا لأراضى ما بين الأودية وشكل القمم . أما قيعان الأودية فهى لا تظهر بطبيعة الحال لأن بعض الأجزاء الواطئة تمتعى عند الرسم كما سبق الذكر .

ومما يذكر أنه إذا رسمت عدة قطاعات بانورامية عرضية على طول أحد الأودية فيمكن أن تظهر هذه القطاعات كما لو كانت قطاعات متتالية . ويحدث ذلك إذا حملت القطاعات العرضية عمودية على خطوط السكتور ورسمت بحيث تقع قيعان الأودية فى جزء واحد من الشكل بقدر الإمكان . والسبب فى ذلك أن قاع الوادى وكذلك جوانبه تزيد فى الارتفاع من الجزء الأدنى فى اتجاه المنبع ، كما يضيق الوادى فى هذا الاتجاه . وهذا مما يجعل القطاعات يظهر كل منها فوق الآخر بقليل ودون حدوث التداخل بكثرة . ومن الواضح أنه إذا لم يحدث أى تداخل بحيث لا تمتعى أى أجزاء من القطاعات فإننا نصبح بإزاء قطاعات متتالية لا قطاعات بانورامية . وعلى أية حال فإن هذه القطاعات إما كان شكلها النهائى توضح بعض ما يوجد من مصاطب فى قيعان وجوانب الأودية ، فضلاً عن الشكل العام لهذه الجوانب

#### القطاعات الطولية للأودية :

تمتد القطاعات الطولية للأودية وخطوط الجريان المائى أو الجارى الطولية للأودية الجافة من أهم القطاعات التى يهتم بها دارسو أشكال السطح . وقد سبق شرح الطريقة التى يتم بها عمل قطاع على طول خط متعرج من الخريطة ومثال ذلك القطاع الذى نحن بصددده .

وتتميز الأنهار دائمة الجريان والمجارى الفصلية بأن خطوط جريانها تتمثل في الخرائط نظراً لأنها محدة في الطبيعة ولا تتغير إلا ببطء شديد جداً مقارنة بخطوط الجريان المائي في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية . أما هذه الخطوط الأخيرة فليس من الضروري أن نجدها ممثلة في كل اللوحات السكتورية نظراً لعدم وضوحها في الطبيعة وعدم ثباتها إذا قورنت بالصف الأول . بل إن هناك من الأودية مالا يوجد في قيعانها ما يمكن تمييزه في الطبيعة كخط جريان نظراً لشدة الجفاف وندره الجريان المائي . وهذا الصنف من الأودية لا يوجد له في الخرائط خط جريان بطبيعة الحال .

ومن الطبيعي أن تصادف هذه الحال في الخرائط التي تمثل الأراضي المصرية والعربية بوجه عام . وعلى أية حال فقد نريد رسم قطاع طولى يمثل خط الجريان وقد يكون هذا الخط غير ممثل في الخريطة . فملينا هنا أن نمد خطاً يصل بين الإنحناءات السكتورية في ضوء ما نعرف عن السكان المرجح لخط الجريان بحسب ما نشير إليه خطوط السكتور .

إلا أنه ينبغي التنبيه إلى أن الخط الذي يقترح ليس من الضروري أن يكون في موقعه الفعلي تماماً وخاصة إذا كانت الخطوط السكتورية متباعدة . وبحسب ما هو معروف عن خصائص الأودية الجافة الواسعة نسبياً . فإن خط الجريان قد يتغير من سيل لآخر . كما أن الجزء العلوى من خط الجريان الذي يمكن اقتراحه بالنسبة لأى من الأودية الجافة عادة ما يكون تصفياً جداً نظراً لأن الجريان المائي قد لا يحدث بالمرّة في هذا الجزء العلوى . بل إن هذا القول يمكن أن ينطبق على الروافد الصغيرة جداً في بعض المناطق الرطبة ذاتها .

وفي ضوء ما ذكر فإنه ينبغي القول بأن الدراسة الميدانية مطلب أساسي

لاستكمال أوجه النقص ما أمكن . كما يصح القول بأن الاعتماد على الخريطة في إجراء تحليلات واستنتاجات جبرفلوجية ينبغي أن يكون اعتماداً جزئياً .

ومن أهم ما توضحه القطاعات الطولية للأشهار ولخطوط الجريان المائي والمحاور الطولية للأودية الجافة المرحلة التي يمر بها انقطاع . فإذا كان القطاع بطيء الانحدار فهو ما وذى شكل متعرج فيمكن وصفه بأنه متعادل أو متوازن . أما إذا كان يحتوي على نقطة ( جزء ) أو أكثر يشتد فيها الانحدار عن أجزاء أخرى جهة المنبع فإن هذا يستوجب البحث عن سببه إذا لم يكن معروفاً .

ومن الممكن أن يكون السبب معروفاً أو يعرف مباشرة إذا كنا مثلاً بصدد شدة في الانحدار بسبب شلالات أو جنادل معروفة كما هو الحال في نهر النيل . أما إذا كنا بصدد خطوط جريان في أودية صغيرة فذلك مما يستوجب دراسة ميدانية بوجه خاص .

وهناك سببان رئيسيان لوجود نقط ( أجزاء ) شديدة الانحدار في القطاعات الطولية . السبب الأول بنيوى . فقد توجد صخور صلبة يعبر عليها النهر عند هذه النقطة . ( الجزء ) ولم يستطع بعد أن يعمق فيها مجراه بقدر يؤدي إلى تهيئة القطاع . كما قد يكون هذا السبب البنيوى حدث انكسار عرضى على الوادى مع هبوط الجزء الأدنى منه مما يتسبب في وجود نقطة ( جزء ) يشتد فيها الانحدار على القطاع الطولى .

أما السبب الثانى لوجود نقطة يشتد فيها الانحدار على القطاع الطولى هو ما يعرف بانخفاض مستوى القاعدة . فمن المعروف أنه إذا انخفض هذا المستوى سواء كان البحر أو بحيرة أو أى مستوى آخر ينتهى إليه الجريان

المأى فإن ذلك قد يؤدي إلى ظهور نقطة ( جزء ) يشتد الانحدار عندها في القطاع الطولى . وتأخذ هذه النقطة في التراجع جهة « المنبع » تراجعاً بطيئاً تتوقف سرعته على ظروف لا مجال للتوسع فيها الآن .  
ومما ينبغى ذكره أن شدة الانحدار قد توجد في جزء كبير نسبياً من القطاع الطولى وليس في نقطة واحدة . وقد يرجع وجود هذا الانحدار إلى أى من السببين السابقين مع اختلاف في بعض التفاصيل . ومن الطريف أنه إذا وجدت هذه الحالة فإنه قد لايسهل تبينها بالدراسة الميدانية السريعة على حين أنها قد تظهر من قطاع الخريطة التفصيلية بصورة واضحة .

أما بالنسبة للأجزاء بطيئة الانحدار في القطاع فيمكن أن ترجع لبعضة أسباب . من أهم هذه الأسباب استقرار نظام الجريان مع حدوث الإرساب لوقت جيولوجى طويل نسبياً كما هو الحال بالنسبة للسهول الفيضية . كذلك وجود بحيرة أو سهل فسيح تعرض لإرساب وفير أو لنحت ثم إرساب وفير مع عدم وجود ظروف تساعد على تعمق المجرى فيه .

ولعله من المستحسن أن ننمى الكلام هنا بالتذكير بالمبالغة الرأسية في القطاعات . ذلك أنه ينبغى الحرص عند الحكم على المرحلة التى يوصف بها القطاع إذا كانت للمبالغة الرأسية كبيرة . ومن ناحية أخرى فإن المبالغة الرأسية الكبيرة تزيد من توضيح النقط ( الأجزاء ) شديدة الانحدار نسبياً وذلك مما له أهمية كما سبق الذكر .

#### القطاعات العرضية للأودية :

هذه القطاعات هى الأخرى مما له أهمية خاصة عند دارسى أشكال السطح . وإذا عمل القطاع العرضى من الخريطة فإنه يعمل عادة على طول خط مستقيم

يقطع خطوط السكتور التي تمثل جوانب الوادى وقاعه في وضع عمودى بقدر الإمكان . ولذلك فينبغى اختيار موقع خط القطاع اختياراً سليماً .

وإذا لم يتيسر عمل خط يقطع خطوط السكتور في وضع عمودى فيمكن تغيير اتجاه خط القطاع عند نقطة في قاع الوادى بحيث يتعامد كل من جزئى خط القطاع على خطوط السكتور . وتنبع في هذه الحالة طريقة عمل قطاع على طول خط متكسر ( زجاج ) تلك التي سبق ذكرها . وما يذكر أنه على حين أنه يعمل قطاع واحد لخط المجرى فإنه يتم عمل بضعة قطاعات عرضية للوادى . بل يمكن أن تكون قطاعات عديدة في حالة الأودية الكبيرة التي تحوى على تعقيدات عديدة في الشكل والخصائص .

وتساهم القطاعات العرضية في تبين المرحلة التي يمر بها الوادى النهري . فيمكن الحكم على المرحلة إذا رسم القطاع العرضى بدون مبالغة رأسية وخاصة أن هذا ممكناً في معظم القطاعات العرضية نظراً لتوفر فارق تضاريسى محلى كبير نسبياً . وبحسب التقسيم الذي يترى ، إذا كان الوادى على شكل حرف ٧ فيوصف بأنه في مرحلة الشباب ، وإذا كان على شكل حرف U فيوصف بأنه في مرحلة النضوج . أما إذا كان جانباه متباعدين جداً وبطيئاً الانحدار ويوجد في قاعه سهل فسيح فيوصف بأنه في مرحلة الشيخوخة .

وما يمكن أن تشير إليه القطاعات العرضية للوادى أمر البنية فيما يمكن تسميته بالأودية ذات الجوانب غير المتماثلة التي يشهد انحدار إحدها وقد يزيد ارتفاعه عن الآخر . فن المؤلف أن توجد في الأراضى ذات البنية طينية ومتوسطة الميل أودية ذات جانب شديد الانحدار يرتبط بظواهر بعض الطبقات التي تتميز بمقاومة شديدة نسبياً . بينما يرتبط الجانب الآخر البطيء

بميل الطبقات بحيث يمكن أحيانا أن تكون درجة ميل الطبقات مساوية أو قريبة من درجة انحدار جانب الوادى ( سطح الأرض ) . ومما يذكر أن هذا النمط من القطاعات العرضية يمكن أن يلفت النظر إلى وجود هذه البنية بمجرد ملاحظته وذلك قبل الإلمام بأي بيانات جيولوجية أو ميدانية .

كذلك مما تساعد القطاعات العرضية على تبيينه مع الدراسة الميدانية خاصة ما يعرف بالمصاطب . وهناك ما يعرف بالمصاطب البنيوية التى يساعد تفاوت مقاومة الصخور بجانبى الوادى على وجودها . كما أن هناك مصاطب نهريّة الأصل ترجع إلى التطورات التى حدثت فى النحت والإرساب بمرور الوقت فى الوادى . ومن أهم أسباب حدوث هذه التطورات وتكون المصاطب انخفاض مستوى القاعدة ، وكذلك التغيرات فى كمية المياه الجارية لأسباب مناخية أو بسبب الأسر النهري .



## ثانياً : طرق كمية أخرى

سبق القول أن القطاعات التضاريسية طريقة كمية إلى حد ما ، ولها أهمية الخاصة في الدراسة الجرفولوجية . ولكن هناك طرقاً أخرى أكثر تعقيداً من الناحية الإحصائية أو الرياضية وكذلك من الناحية الكارتوجرافية نعرض لها في هذا القسم . وقد أخذ اتباع الطرق الكمية يتزايد في العقدين الأخيرين ، إلا أن كثيراً مما ترد معالجته هنا هي طرق متبعة في تحليل الخريطة كما منذ وقت طويل نسبياً وربما يجد القارئ فائدة في هذه الطرق لا في تحليل الخريطة فحسب وإنما كذلك في تحليل بعض البيانات الميدانية التي يمكن الحصول عليها بإجراء قياسات في الطبيعة .

ويلاحظ أن أغلب الطرق المورفومترية المتبعة في تحليل الخريطة الكنتورية طرق تبحث بصورة أشمل في سطح الأرض الذي تمثله الخريطة . فكثير منها كما سنرى لا يبحث في السطح على طول خط محدد كالقطاع التضاريسي . وإذا استثنينا الطريقة الأولى وهي حساب مقدار الانحدار على طول خط ما ، فيمكن القول إن بقية الطرق تبحث في خصائص السطح بصورة أكثر كثافة . فهناك معالجة شاملة للخريطة من حيث خاصية ما كما هو بالنسبة للمنحنى الهبسومتري والمنحنى الكليمتوجرافي (منحنى الانحدار) . كما أن بعض الطرق يقوم على فحص تكرار ظاهرة أو خاصية معينة فحسب أكثر شمولاً أو تركيزاً مثل طرقة قطاعات النسب المئوية ، والمنحنى الأليمتري .

## محاسب الانحدار :

يصف الجغرفلوجيون سطح الأرض إذا كان في وضع غير أفقى بأنه سطح منحدّر ( بكسر الهمزة ) . كما تستعمل كلمة منحدّر ( بفتح الهمزة ) كقابل لكلمة سفح . أما كلمة مائل فقد تستعمل في بعض الكتابات كقابل لمنحدّر بكسر الهمزة ، إلا أن الجغرفلوجيين خاصة يستعملون كلمة مائل عند الكلام عن الطبقات الصخرية التي توجد في وضع غير أفقى . ولذا فيقال ميل الطبقات ، وإنحدار السطح .

ويعبر عن مقدار الانحدار رقمياً بأكثر من صورة . فهناك نسبة حدية كأن يقال  $10/1$  أو  $50/1$  مثلاً . وقد اتفق على أن الحد الأول من هذه النسبة هو ما يمثل الفارق الرأسى بين أى نقطتين على السطح . أما الحد الثانى فيمثل المسافة الأفقية بين هاتين النقطتين . ومن الواضح أنه كلما كان الحد الثانى لهذه النسبة رقماً أكبر فهذا يعنى أن مقدار الانحدار أقل أى أبسط والعكس صحيح . فالواقع أن هذه النسبة الحدية ما هى إلا كسر فمثلاً  $10/1$  تعادل  $1/10$  أو  $0.1$  ، أما  $50/1$  فتعادل  $1/50$  أو  $0.02$  ، وهكذا .

ولحساب مقدار الانحدار في صورة نسبة حدية كالسابق ذكرها على طول خط مستقيم بين نقطتين يجرى الآتى :

١ — يتم الحصول على الفرق بين منسوبى النقطتين . وقد تكون كل منهما معلومة المنسوب كأن تكون واقعة على خط كنتورى فبذلك يكون منسوب النقطة هو منسوب الخط . وقد يحدث بعض التقريب إذا كانت أحدهما أو كلاهما لا تقعين على خط كنتور . وبطرح منسوب النقطة

الأوطأ من منسوب النقطة الأعلى يحصل على الفرق بين المنسوبين .

٢ — تقاس المسافة بين النقطتين على الخريطة ، ونحول بحسب مقياس الرسم إلى أمتار ، ( أو إلى أقدام في الخرائط الميلية ) . فإذا كانت المسافة ٥ سم مثلاً ، وقيمة السنتيمتر ٥٠٠ متر على الطبيعة ، فتكون المسافة ٢٥٠٠ متر .

٣ — تقسم المسافة الأفقية على المسافة الرأسية ( الفرق بين المنسوبين ) ثم يوضع الناتج كعدد ثنائي للنسبة بينما الحد الأول هو رقم ١ . فيكون حسابها كالتالي :

$$\frac{٢٥٠٠ \text{ متر (المسافة الأفقية)}}{١٠٠ \text{ متر (مثلاً)}} = ٢٥ ، \text{ أى } ٢٥/١ .$$

وينبغى عدم اتباع القسمة العادية بقسمة الفارق بين المنسوبين على المسافة الأفقية إذا كان المطلوب هو الحصول على مقدار الانحدار بالنسبة سابقة الذكر . إلا أنه تتم قسمة الفارق بين المنسوبين على المسافة الأفقية إذا كان المطلوب هو ظل زاوية الانحدار كما سيأتى القول .

أما الصورة الثانية في التعبير عن مقدار الانحدار فهي الدرجات . فيقال ينحدر السطح بين نقطة ما ونقطة أخرى ثلاث درجات أو عشر درجات مثلاً . ومع أنه ينبغى للجمع فلو جئ أن يقيس درجات الانحدار في الدراسة الميدانية بغية الوصول إلى تفصيلات ودقة أكثر فإن الخريطة التفصيلية يمكن أن تمدنا بدرجة لإنحدار عام على طول خط ما .

ولحساب درجة الانحدار على طول خط مستقيم بين نقطتين تجرى المخطوستان الأولى والثانية في الطريقة السابقة الخاصة بالإنحدار في صورة نسبة

حدية . وبعد الحصول على الفرق بين المنسوبين بالأمتار وطول المسافة الأفقية بالأمتار يقسم الأول على الثانى عاديا للحصول على كسر عشري . ويتم استخراج درجة الإنحدار التى تقابل الكسر الناتج ( ظل الزاوية ) من جدول ظلال الزاوية .

ويمكن الاستغناء عن جدول ظلال الزاوية إذا كان المطلوب درجة الإنحدار بالتقريب . ويتم ذلك بضرب هذا الكسر العشري ، أو ضرب النسبة الحدية سابقة الذكر فى الثابت ٠٦٠ فإذا فرض أن هذا الكسر هو ٠٠٠١ ( أى ١/١٠ ) فيمكن إجراء الآتى :

$$٠٠٠١ \times ٦٠ \text{ أو } \frac{٦٠ \times ١}{١٠} = ٦ \text{ درجات}$$

واتبين مقدار التقريب بهذه الطريقة من الحساب يمكن أن نورد بعض الدرجات التى يمكن استخراجها والرقم الحقيقى لظل زاوية الإنحدار . وهذه الدرجات والأرقام هى :

درجة واحدة	تقابل ٦٠/١	أو ١٤/٥٧	على وجه الدقة
درجتان	» ٣٠/١	أو ٢٨/٦٥	» » »
ثلاث درجات	» ٢٠/١	أو ١٩/٨٠	» » »

ومن المفضل عدم اتباع طريقة الضرب فى الثابت ٦٠ إلا فيما يتعلق بالإنحدارات البطيئة . أما بخصوص الإنحدارات الشديدة والمتوسطة فيستحسن الرجوع إلى الجداول الرياضية .

وهناك حالات مختلفة يتم فيها حساب الإنحدار . من أبسط هذه الحالات

حسابه على طول خط مستقيم بين نقطتين على نحو ما سبق شرحه . وقد يكون هذا الخط عموديا على خطوط الكنتور بصفة عامة ، أى يمثل أشد إنحدار فى الجزء الذى يمتد به الخط . وقد يكون مائلا بالنسبة للاتجاه العام لخطوط الكنتور كما هو الحال عند حساب الانحدار طريق .

وقد تتبع طريقة حساب الانحدار على طول خط مستقيم عمودى على خطوط الكنتور بصورة إحصائية لحساب متوسط الانحدار . ويتم ذلك بالنسبة للمنحدرات التى يمكن شكلها العام من مد عدد كبير من الخطوط المستقيمة التى تقطع خطوط الكنتور بوضع عمودى عامة . فبمعد حساب الانحدار العام لكل خط يتم الحصول على المتوسط الحسابى للانحدار كما هو متبع فى حساب هذا المتوسط . وتعتبر الخطوط التى تمتد على المنحدرات لحساب متوسط انحدارها على هذا النحو عينات إحصائية . وهكذا فينبغى توزيع الخطوط بطريقة مناسبة إحصائية ، كأن تكون عشوائية أو على مسافات منتظمة بقدر الإمكان .

وفضلا عن حساب متوسط الانحدار العام لعدد من الخطوط على النحو المذكور سابقا فإنه يمكن معالجة تفصيلات أكثر بنفس الطريقة . فأحيانا يكون الفاصل الكنتورى للخريطة صغيرا نسبيا بحيث يعتمد عليه إلى حد ما فى تحليل تفصيلات أكثر . فيمكن مثلا حساب متوسط الانحدار بين كل خطى كنتور على أساس عدد مناسب من العينات أو القياسات بين كل خطى كنتور . وهكذا يمكن الخروج بمتوسط انحدار لكل نطاق كنتورى شبيه بما سأتى الكلام عنه ضمن معالجة منحنى الانحدار ( المنحنى الكليمنوجرافى ) . وقد تكون النتائج التى تأتى بها هذه التفصيلات ذات أهمية فى الدراسات الجرفولوجية ، أو فى الدراسات الخاصة بتعرية التربة .

حالة أخرى هي أن يتم حساب معدل الإنحدار على طول خط متعرج كما هو الحال على طول خط جريان مائي (نهر أو خط مجرى جاف) . والحساب الإنحدار العام لخط جريان مائي يتم الحصول أولا على الفارق بين منسوبي القمة ومستوى القاعدة . ومن المعلوم أن بداية خط الجريان ليس من الضروري أن تكون عند خط كنتور أو نقطة منسوب . ومن ثم ينبغي تقديرها في ضوء أقرب خط كنتوري أو نقطة منسوب أو كليهما . كما أنه ليس من الضروري أن تكون نهاية خط المجرى هي البحر كما هو الحال بالنسبة للروافد أو خطوط الجريان التي تنتهي إلى مستويات قاعدة محلية كالبحار الداخلية والبحيرات ، أو المنخفضات الصحراوية . . إلخ . وينبغي هنا أيضا تقدير منسوب المصب على ذلك النحو .

وبعد ذلك يتم الحصول على المسافة الأفقية لطول خط الجريان . ويفضل أن تقاس هذا المسافة بالقسم الذي يمكن أن يعطى نتائج أدق مما تعطى عجلة القياس . وتحول هذه المسافة كما هو متبع طبقا لمقياس رسم الخريطة . وبحسب الإنحدار العام لخط الجريان كما سبق شرحه .

وقد يكون من المفيد أن يحسب الإنحدار بالتفصيل بين كل خط كنتور وآخر على طول خطوط المجارى في شبكة أو عدة شبكات نهريية . فعلى افتراض أن هناك مجموعة من الروافد التي تنضم إلى خط رئيسي ، أو مجموعة من الخطوط الرئيسية التي تنتهي إلى مستوى قاعدة واحد فإنه يمكن تحديد مقدار الإنحدار بين كل خطي كنتور بشكل إحصائي . وقد تكون نتائج هذا الفحص مفيدة في مقدار إزالة كل من هذه المجارى من ضخور ، أو في تحديد تأثير البنية ، أو تأثير ما يعرف بالتجديد في المجارى النهريية .

## أبسط مقياس التضرس المحلي

أجريت عدة دراسات تختص بما يعرف بالتضرس المحلي *local relief* وبخاصة في ألمانيا . وقد أفاد «سميث» *G. H. Smith* منها في دراساته عن السطح في ولاية أوهايو الأمريكية . ويمكن إعطاء فكرة عن دراسته لتبيين الطريقة التي اتبعها ولما لذلك من أهمية في إمكان تحويل هذه الطريقة للحصول على خريطة تمثل متوسط الإحدار بحسب الخريطة الكنتورية .

وقد حصل «سميث» على خرائط بمقياس ١ : ٦٠٠٠٠٠٠ وقسمها إلى مستطيلات تباع أبعاد كل منها نحو ٤ و ٤ X ٧٥ ميل على الطبيعة . ثم حسب الفارق في المنسوب بين أعلى نقطة وأوطأ نقطة في كل مستطيل . وتم الحصول على ٢٠٠٠ رقم سجلت في أواسط المستطيلات المذكورة . ثم عملت بعد ذلك خطوط تساوى توضح الأجزاء المتساوية في مقدار الفارق التضاريسى بفارق ١٠٠ قدم بين كل خط وآخر . ثم ظلت الخريطة ثمانية ظلال لتوضيح فئات التضرس المحلي .

ومما أجرى أيضا هو حساب مساحة كل فئة من فئات التضرس المحلي أى من ٠ — ١٠٠ ، من ١٠٠ — ٢٠٠ قدم ، إلخ ) . كما حسبت النسبة المئوية لكل مساحة من إجمالى مساحة أوهايو .

ومن عيوب هذه الطريقة أنها تقوم على حساب المدى التضاريسى الأقصى لسكن مربع ( مستطيل ) ، ويوضع الرقم الناتج في وسط المربع . هذا مع أنه يمكن أن يكون أكبر منسوب وأقل منسوب يقعان كل بعيداً عن الآخر في ركنين من المربع . كما يمكن أن يكون أقصى فارق تضاريسى يتمثل في

جرف ليس له مسافة أفقية تذكر . وقد اقترح « سمث » للتغلب على ذلك أن تقسم المربعات التي تحتوى على مثل هذه الحالات إلى مربعات أصغر وتطبق نفس الطريقة عليها ، إلا أن ذلك قد يؤدي إلى اضطراب الخريطة الناتجة .

وقد اقترح « ملر » A.A.Miller إمكانية تحويل هذه الطريقة لعمل خريطة تمثل الانحدار . فبمسمة المدى الرأسى بين أعلى نقطة وأوطأ نقطة على المسافة الأفقية بينهما يمكن الحصول على صورة من صور مقدار الانحدار . ثم يتم بعد ذلك رسم خريطة بخطوط متساوية لتمثيل البيانات الناتجة .

وقد اتبع « ريس Raisz » وهنرى « طريقة « سمث » فى تحليل التضرس الحلى لولاية نيوا إنجلندا ، ولكنها خرجا بأن النتائج ليست مرضية فى هذه الدراسة . ذلك أن هناك أودية عميقة تقطع السهل التحتانى بتلك المنطقة مما يعطى أرقاماً كبيرة عن المدى التضاريسى الحلى ، وكذلك الحال بالنسبة لالتلال المنعزلة التى تبرز وسط الأسطح المستوية .

وقد ذكر « ريس وهنرى » أن طريقة « سمث » لاتناسب إلا الهضاب التى تمر تضاريسها بمرحلة النضوج ذات البنية الرسوبية الأفقية ، والتى تتميز بمنحدرات منتظمة وتاريخ فزيوغرافى بسيط . وينبغى اتباع طرق أخرى فى المناطق ذات البنية المعقدة . وقد حاول « ريس وهنرى » اتباع طريقة « سمث » ولكن على أساس مربعات مساحة كل منها ميل واحد . ولكن الخرائط الناتجة كانت معقدة لا يمكن إخراجها فى خريطة ذات مقياس أصغر للولاية كلها .



## أيسوبليت الظل وجيب التمام

يعتبر « ستريبلر » A. Strahler من رواد التحليل الكمي في الدراسة الجيومرفولوجية . وقد نهج هذا السبيل أملا في احلال التعبير الكمي في هذه الدراسة محل التعبير الكيفي غير الكمي . وقد نشر « ستريبلر » عام ١٩٥٦ خريطة من نوع جديد بطريقة الخطوط المتساوية .

ولعمل هذه الخرائط ينبغي توزيع عدد كبير من الأرقام في الخرائط الأساسية . ويمكن الحصول على هذه الأرقام إما بالدراسة الميدانية أو بالحساب من خريطة كنتورية تفصيلية . فبالحصول على أرقام تمثل ظلال زوايا الانحدار وأرقام تمثل جيوب زوايا الانحدار يمكن عمل خريطة تمثل كلا منهما . ومن هذه الخرائط النهائية يمكن الخروج بنتيجة أخرى إضافية وهي رسم هستوجرام يمثل نسبة المساحة التي تدخل في كل من فئات ظل أو جيب تمام الزوايا . وذلك بقياس كل من هذه المساحات بأية طريقة من طرق قياس المساحات بين خطوط التساوي .

وقد قام « كلارك وأورل » باتباع هذه الطريقة في عمل خرائط من هذا النوع لإحدى المناطق . وبما خرجت به دراستهما أن الخرائط التي تقوم على الدراسة الميدانية وتمثل فيها ظلال وجيوب تمام الزوايا لا تتميز كثيراً أو يمكن الاعتماد عليها أكثر من الخرائط التي يمكن عملها من خرائط كنتورية تفصيلية . هذا فضلا عن أن الخرائط التي تعمل بناء على الخريطة الكنتورية تستغرق وقتا أقل مما تتطلبه الخرائط القائمة على المسح الميداني . كذلك يرى هذان الباحثان أن طريقة الكوروبليت التي اتبعها « ريس ، وهنري » ربما

يمكن تفضيلها على هذه الطريقة إذا قامت على خرائط كنتورية كافية ومعرفة جيدة بمنطقة الدراسة .

### كوروليت الانحدار :

حاول « ريس ، وهنرى » محاولة أخرى تقوم على تقسيم اللوحات إلى مناطق يتميز كل منها بدرجة من التجانس أو الوحدة الفيزيوجرافية . مثال ذلك التلال المنزلة monadnocks والأودية العميقة وغيرها . ولكن هذه الطريقة هي الأخرى لم تكن موفقة . ذلك أن سهلا فسيحا بطيء الانحدار قد يتضمن مدى تضاريسيا محليا أكبر مما هو بالنسبة لتل منعزل يتميز بانحدار أشد ولكنه صغير المساحة وذو فارق تضاريسى صغير .

وأخيرا قسم هذان الباحثان الخرائط التفصيلية إلى أقاليم صغيرة تتساوى في عدد خطوط الكنتور التي تمر في كل منها . وقد اختيرت سبع فئات تمثل : ما يقل عن ٥٠ قدما للميل ، ٥٠ — ١٠٠ قدم للميل ، ثم ١٠٠ — ٢٠٠ من ٢٠٠ — ٣٠٠ ، من ٣٠٠ — ٤٠٠ ، من ٤٠٠ — ٥٠٠ ثم ما يزيد عن ٥٠٠ للميل . ثم عمل مقياس تناسب بين المسافة الأفقية وعدد خطوط الكنتور بحيث استعمل المقسم في وضع الحدود الدقيقة بين المساحات التي يدخل كل منها في فئة معينة . وبعد استكمال عمل الحدود بين للمساحات التي تقلت هذه الحدود إلى خريطة صغيرة للولاية وتم تظايل هذه المساحات .

وقام « كالف » Galef « ونيو كوم » Newcomb بعمل خريطة لمعدل الانحدار لولاية الينوى بالطريقة سابقة الذكر مع استعمال معادلة « ووتويرث » Wentworth وهي :

متوسط عدد الخطوط للمارة في الميل  $\times$  الفاصل الكنتوري  
(٣٣٦١ ثابت)

وتعطي هذه المعادلة ظلال زوايا الانحدار التي يمكن الحصول عليها من جدول الظلال . وبهذه الطريقة لا يستعمل المقياس الخاص بالتناسب بين المسافة الأفقية وعدد خطوط الكنتور لكل من فئات الانحدار . وقد تم تظليل تلك الخريطة بأربعة ظلال على نحو ما يتبع في خرائط الكوروليث . وبحسب مبدأ إمكانية حساب الانحدار بقسمة الفاصل الرأسى على المسافة الأفقية فيمكن اتباع طريقة أكثر تفصيلا في الدراسات التي تختص بمناطق أصغر . فالنيلين السابقتين لخريطة كوروليث الانحدار هما لولايات أمريكية لمساحات كبيرة نسبيا . ولهذا كان من الضروري الاعتماد على عدد خطوط الكنتور التي تمر في الميل وليس على المسافة الأفقية بين خط كنتوري والذى يليه .

ولذلك يقترح الكاتب طريقة لعمل خريطة كوروليث للانحدار تقوم على أساس أكثر تفصيلا مما سبق إذا كانت الدراسة تختص بمناطق صغيرة . وقد عملت خريطة بهذه الطريقة لتخفيض الواحات الداخلة . ولعله من المستحسن أن نشرح طريقة عمل هذه الخريطة .

ونبدأ بالقول أنه من الممكن أن نحول الخريطة الكنتورية إلى خريطة كوروليث لإنحدار . ويقصد بها خريطة تبين الساحات التي تشترك كل منها في فئة إنحدار . وتتوقف دقة الخريطة الناتجة على مقدار تفصيل الخريطة الكنتورية وعلى دقة العمل أثناء القياس بين الخطوط الكنتورية .  
(٦ م — الخريطة )

ويمكن عمل هذه الخريطة تنعاً للخطوات التالية :

١ — يجرى فحص مبدئي سريع للفواصل الكنتورى ومقياس رسم الخريطة لمعرفة مقدار أشد الانحدارات وأبطئها وكذلك توزع هذه الانحدارات بشكل عام فى الخريطة .

٢ — يتم إختيار عدد مناسب من فئات مقدار الانحدار فى ضوء ذلك الفحص السابق . ومما يراعى أن توجد فئة تضم الانحدارات الشديدة جداً لما لها من أهمية مع عدم إهمال جزء كبير من الخريطة قد يندرج تحت فئة واحدة . ومن المفيد أن يكون عدد الفئات المختارة كبيراً . كما أنه ليس من الضرورى أن تكون الفئات ذات قيم منتظمة .

٣ — يعمل مقياس تناسب بين فئات مقدار الانحدار المختارة وفتحات للمقسم على هيئة مفتاح أو دليل يرجع إليه أثناء القياس بين الخطوط الكنتورية .

وفى ما بلى نموذج لثلى هذا الدليل للوحات بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ .

فتحة التسم		نسبة الانحدار	درجة الانحدار	أشد من ١/٥ ٥/١ - ٩/١ ١٠/١ - ١٤٩/١ ... الخ.
فاصل ككتورى ١٠ م	فاصل ككتورى ٢٠ م			
٥ م > - ٠	١ م > - ٠		أشد من ٢٠ - ١١	
١ م > - ٥ م	٢ م > - ١ م		٥٥ - ٤٢	٩/١ - ٥/١
١٥ م > - ١ م	٣ م > - ٢ م		٥٥ - ٣	١٠/١ - ١٤٩/١

٤ — يتم على أساس دليل كسابق الذكر تمرير القسم بين خطوط الكنتور بحيث توضع حدود عندما تضيق أو تتسع المسافة بين خطى الكنتور عن الحد الخاص بكل فئة . وتعتبر هذه الحدود مضافاً إليها أجزاء خطوط الكنتور التي تحيط بكل فئة إنعدار هي حدود كل فئة ، بحيث يعاد عمل نسخة من الخريطة بدون أجزاء خطوط الكنتور التي تدخل في المساحات التي حددت .

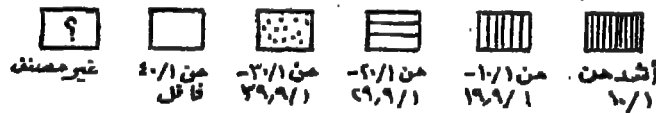
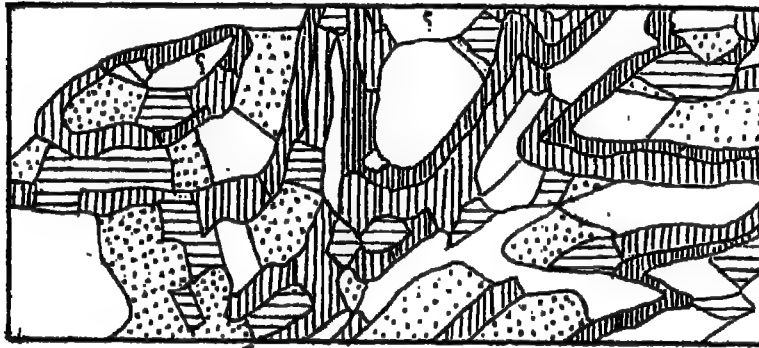
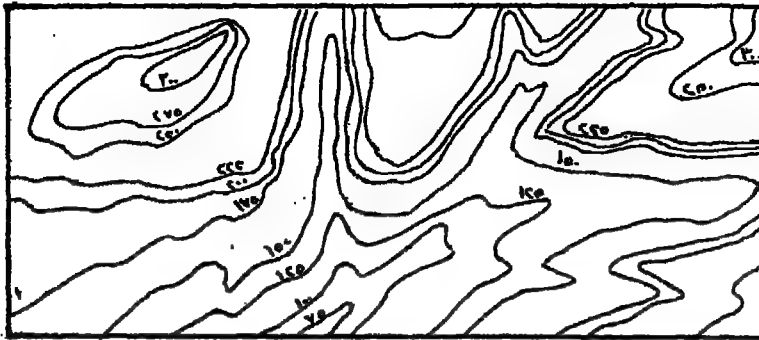
ومن الواضح أن هذه الحدود هي خطوط تعسفية إلى حد ما قد لا توافق تماماً ما هو موجود في الطبيعة . إلا أنه بعد الانتهاء من عمل الخريطة يمكن الاعتماد عليها بقدر الاعتماد على الخريطة الكنتورية في تحديد نطاقات أو مساحات بحسب فئات الانعدار التي وضعت . وهي تتميز عن الخريطة الكنتورية بأنها توضح مباشرة مقدار الانعدار ، وليس على طول خطوط فقط بل لمساحات .

٥ — تلون الخريطة أو تظلل بصورة مناسبة ، ويعمل لها مفتاح بحسب هذه الألوان أو الظلال . كما يمكن عمل مفتاح يجمع بين الظلال ومقدار الانعدار . ويمكن وضع عدد من نقط المناسبة لكي تساهم في توضيح الاتجاهات العامة أو الرئيسية للانعدار فضلاً عن المناسب ذاتها . كذلك يمكن عمل بضعة أسهم توضح اتجاهات الانعدار إذا أمكن للخريطة أن تستوعب ذلك .

وبوضح شكل ٣٥ (١ ، ب) مثلاً لخريطة كنتورية حولت إلى خريطة كوروبليث انحدار .

وما يمكن إدخاله ضمن خرائط كوروبليث الانحدار ما اقترحه « ملر » O.M. Miller تحت اسم خرائط نطاقات الانحدار Slope zone maps وتهدف

- ١٠١ -



شكل (١٣٥، ب)

طريقة « ملر » إلى تمثيل نطاقات الانحدار على أساس درجات تمثل عناصر « أقسام » المنحدر الكبرى التي إقترحها « ود » وهذه الأقسام هي العنصر العلوي ، الواجهة الصخرية ، المنحدر المستمر ، ثم منحدر الخضيف . وقد بنيت هذه التقسيمات على دليل بالدرجات إستنتجه من بعض المعالجات الرياضية وإستعمل خرائط كنتورية ذات مقياس ١ : ٦٢٥٠٠ في تحديد حدود هذه النطاقات . وتم تصغير هذه الخرائط وتلوينها .

## خريطة المنحدرات بالنقط :

قام رينسون A. H. Robinson بعمل خريطة تمثل درجات الانحدار بطريقة التوزيع بالنقط. ولعمل هذه الخريطة قسم الخريطة الكنتورية إلى مربعات تبلغ مساحة كل منها ٠.١ وميل مربع. ثم قدر متوسط الانحدار في كل مربع ووضعت نقطة لكل درجة إنحدار في كل من هذه المربعات. وقد وضعت هذه النقط تبعاً لخطوط الكنتور الموجودة في كل مربع. أى لم توضع بطريقة منتظمة أو عشوائية، وبحيث تعطى إنطباعاً بالاستمرار في نفس الوقت.

ومن الناحية النظرية فإن هذه النقط تعبير كى صحيح عن درجات الانحدار ويمكن عدّها. كما يمكن من خلال هذا التوزيع أخذ إنطباع سريع عن المناطق شديدة الانحدار والمناطق بطيئة الانحدار تبعاً لتزاحم أو تباعد هذه النقط. وينبغى في هذه الطريقة إختيار قلم التعبير المناسب بحيث لا تكون النقط كبيرة أو صغيرة أكثر مما يجب حتى تخرج الخريطة بشكل جيد.

ولا تسلم هذه الطريقة أيضاً من العيوب. فهى تقوم على أساس الخريطة الكنتورية التى تتضمن بعض التعميم. كما أن التعميم قد يزداد إذا كانت المربعات التى قسمت إليها الخريطة مربعات كبيرة. ومن ناحية أخرى فإنها لا تصلح إلا للمناطق شديدة أو متوسطة التضرس. أما المناطق قليلة التضرس فقد لا يسهل تبين تفصيلات الانحدار بها. وهى كبعض الطرق الأخرى لا توضح اتجاه الانحدار، فذلك يصبح متعذراً وخاصة إذا صغرت الخرائط أو نقلت بياناتها إلى خريطة أصغر.



### قطاعات النسب المئوية:

من الاتجاهات الحديثة في الدراسة الجرفولوجية هو المقارنة بين المنحدرات مقارنة كمية . وتجري معظم القياسات التي تجري لهذا الغرض من خلال دراسة ميدانية . إلا أنه إذا كانت الخريطة السكتورية ذات فارق صغير فلا مانع من الإفادة بها في إجراء بعض التحليلات .

فهناك مثلاً من النظريات ما يتضمن أن المنحدرات تتراجع تراجعاً متوازيًا وهناك ما يتضمن أنها تتراجع على هيئة تخفيض عام للسطح ، ثم هناك ما يتضمن أنها تتراجع بصورة مركبة . وفضلاً عن محاولة التعرف على كيفية التراجع من خلال عمل قطاعات دقيقة أثناء الدراسة الميدانية ومقارنتها أو بمعالجة درجات الانحدار التي تسجل في الميدان بطرق إحصائية مناسبة فإنه يمكن الاستعانة بالخريطة السكتورية في بعض هذه الجوانب بالنسبة للمنحدرات الكبيرة . ويلاحظ أن معظم الدراسات التي تتم في هذا المضمار تتعلق بمنحدرات صغيرة ذات فارق تضاريسي محلي صغير . ويرجع ذلك إلى بضعة أسباب من بينها سهولة القياس على المنحدرات الصغيرة كذلك فإنها تفري من حيث أنها أقل تعقيداً سواء فيما يختص بتفصيلات شكلها أو تطورها .

وهكذا فلا ينبغي أن يستبعد الاعتماد على مقارنة القطاعات التي تعمل من الخريطة التفصيلية وخاصة في حالة تشابه الظروف البنيوية والمناخية واحتمالات التطور . فلا مانع من مقارنة عدة قطاعات في منطقة واحدة أو منطقتين توجد بينهما بعض أوجه الشبه . ومن الصحيح أنه يوجد تعميم في الخرائط مهما كانت تفصيلية ، ولكنه يوجد تعميم أيضاً في أغلب القياسات والقطاعات الميدانية ولأن يكن على مستوى تفصيلي .

ويمكن إجراء مقارنة بين القطاعات على أساس النسب المئوية للتغلب على صعوبة التفاوت في أبعادها. ذلك أنه يمكن أن تتفاوت المسافة الأفقية والمسافة الرأسية بين القطاعات تفاوتاً يصعب إزاءه إجراء مقارنة مباشرة دقيقة. ومن الصحيح أنه يمكن تكبير القطاعات الصغيرة أو تصغير الكبيرة للمقارنة بينهما إلا أن مقارنتها بطريقة النسب المئوية لأجزاء المحورين الطولى والرأسى تعتبر طريقة أدق. هذا فضلاً عن أن تفريغ مقدار انحدار الأجزاء المختلفة للقطاعات في جدول أو بضعة جداول يمكن أن يقلل من صعوبة المقارنة إذا كانت القطاعات كثيرة ويمكن أن تكون هذه الجداول هي أساس المقارنة وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى :

١ — ترسم القطاعات كل على حدة بالطريقة العادية على ورق رسم بيانى مربعات بطولها كما هو فى الخريطة. ويفضل ألا تكون هناك مبالغة رأسية إذا تيسر ذلك أى فى حالة المنحدرات الشديدة والمتوسطة. وينبغى أن تكون المبالغة الرأسية موحدة فى جميع القطاعات التى تمثل منحدرات طفيفة.

٢ — يراعى ألا تكون هناك أى مسافة من المحور الرأسى أسفل القطاع كما لا تكون هناك أى مسافة أعلاه. أى ينبغى أن تكون كلا من بداية ونهاية القطاع فى ركن من أركان الرسم.

٣ — يقسم كل من المحورين الأفقى والرأسى إلى أجزاء متساوية يمكن أن تكون ٥ أجزاء أو ١٠ أجزاء مثلاً.

ويتوقف هذا على أبعاد القطاع وعلى عدد خطوط الكنتور التى تبين على المحور الرأسى. فإذا كان القطاع صغيراً يمكن تقسيم كل من المحورين

إلى ٥ أجزاء وإذا كان كبيراً فيقسمان إلى ١٠ أجزاء مثلاً .

٤ - يكتب على هذه الأقسام أرقام تبدأ بالصفر وتنتهى بالمائة % .  
ومن الواضح أن أقسام وأرقام المحور الطولى ليس من الضرورى أن توافق  
الأقسام التى سبق عملها على هذا المحور لتوضيح مناسيب القطاعات .

٥ - طالما أصبحت لدينا القطاعات مقسمة إلى أجزاء بالنسبة المئوية فإنه  
يمكن تفريغ الأقسام التفصيلية للقطاع فى جداول أو جدول مناسب . وبطبيعة  
الحال كلما كانت القطاعات مقسمة إلى أكبر عدد ممكن من الأقسام فإن ذلك  
يزيد من دقة المقارنة . ويمثل جدول ( ١ ) مثلاً لما يمكن عمله المقارنة بين  
قطاعات النسب المئوية .

مقارنة معانيد القطاعات بالنسب الثورية  
 بترتيب النسب الثورية للمحور الطولي .

البح	% من المساحة الرأسية					% من المساحة الأفقية جميع القطاعات
	ص (١)	ص (٢)	ص (٣)	ص (٤)	ص (٥)	
	٨	٨	٧	٨	٧	١٠
	١٧	١٨	١٧	١٩	١٩	٢٠
	٣٤	٣٥	٣١	٣٢	٣٠	٣٠
	٤٠	٤٢	٤١	٤٠	٤٣	٤٠
	٥٢	٥٢	٥٠	٤٩	٥٠	٥٠
	٥٩	٥٨	٦٢	٦٠	٦١	٦٠
	٥١	٧٠	٧٢	٧١	٦٩	٧٠
	٨٠	٧٩	٧٧	٧٥	٧٩	٨٠
	٨٨	٨٧	٨٥	٨٥	٩٠	٩٠
	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

ومن الممكن عمل جداول أخرى مختلفة عن هذا الجدول بحسب ما يراد بمقارنته . فمثلا يمكن عمل جداول لمقارنة متوسط الانحدار مقاساً من نهاية كل جزء من أجزاء المحور الأفقي أو الرأسى على النحو السابق . هذا مع مراعاة تأثير المبالغة إذا أخذت درجات الانحدار من القطاع . ومن مميزات هذه الطريقة أنه كما سبق القول يمكن إجراء مقارنة بين المنحدرات مهما كانت أبعادها . وهذا بدوره يساعد على الحكم فيما إذا كانت المنحدرات تتراجع على هيئة خطوط متوازية أو على هيئة تخفيض شامل أو كليهما . ومن الأمثلة التى يمكن أن تطبق عليها هذه المنحدرات التى تتجاورها بعض الفصائل المتفاوتة فى الأبعاد . فلعل مقارنة قطاعات المنحدر بقطاعات الفصائل يساعد على تتبع كيفية تطور المنحدرات حتى مع التفاوت فى الارتفاع المحلى . كذلك يمكن المقارنة بهذه الطريقة بين عدد من القطاعات الطولية لعدد من خطوط الجريان التى تمتد على منحدر واحد .

### المنحنى المهبسومتري :

يمكن إعتباره إحدى صور المنحنى التكرارى المتجمع . وهو منحنى تبين فيه المساحة الإجمالية الواقعة فوق أى كنثور ، بحيث تكون كل نقطة موقعه حداً لبقاى كل المساحة والارتفاع الذى يملؤها وبقاى كل المساحة والارتفاع الأقل منها . وهو بهذا يختلف عن المنحنى التكرارى البسيط الذى يمكن إستخدامه هو الآخر فى تمثيل بعض البيانات التضاريسية .

ومن الممكن أن يكون المنحنى المهبسومتري ممثلاً للمساحة والارتفاع الفعلى . وذلك بحيث تمثل المساحة بالسكيلو مترات المربعة ( أو الأميال المربعة ) والمناسيب بالأمتار ( أو الأقدام ) . كما يمكن أن تمثل المساحة

والارتفاع في صورة نسبة مئوية بحيث تكون نقطة بداية المحورين هي الصفر ونقطتا نهاية المحورين هي ١٠ ٪ . كذلك يمكن الجمع بين الأرقام الفعلية والنسب المئوية معاً .

ولعمل منحنى هيسومتري بالأرقام الفعلية يمكن إتباع الخطوات الآتية : —

١ — تقاس مساحة كل من النطاقات السكتورية قياساً دقيقاً . ويلاحظ أن النطاق الأول قد لا يكون بادئاً بخط كنتور بل هو وضع على أساس ما . وهنا ينبغي تقدير متوسط منسوبه ويراعى ذلك عند رسم المنحنى آخر الأمر بحيث يبدأ المحور الرأسى برقم هو متوسط المنسوب . كذلك الحال بالنسبة لقياس المساحة أو المساحات التى تلى آخر خط كنتور . فينبغى تقدير متوسط منسوب هذه المساحة أو المساحات التى تلى آخر خط كنتور ، بحيث ينتهى المحور الرأسى للرسم برقم يمثل ذلك للمتوسط . وتدون هذه القياسات والملاحظات في ورقة جانبية .

٢ — بقاء محور رأسى وآخر أفقى ويقسم كل منهما بحيث تمثل المناسيب على الأول والمساحات على الثانى . ويراعى في المحور الرأسى ما سبق ذكره عن نقطة بدايته ونقطة نهايته ، وذلك بحيث لا توجد أى مسافة تزيد عن المطلوب بحسب المناسيب اللازم تمثيلها . كما يراعى في المحور الأفقى تقسيمه إلى أجزاء مناسبة تكتب عليها أرقام بالتدرج تنتهى بالمساحة الكلية لجميع النطاقات . وايسر هناك شروطاً متفق عليها لأبعاد الشكل ولكن « ستريلر » نادى بتوحيد أبعاد هذه الأشكال بحيث تكون ١٠ × ١٠ في دراسات التعريف النهري .

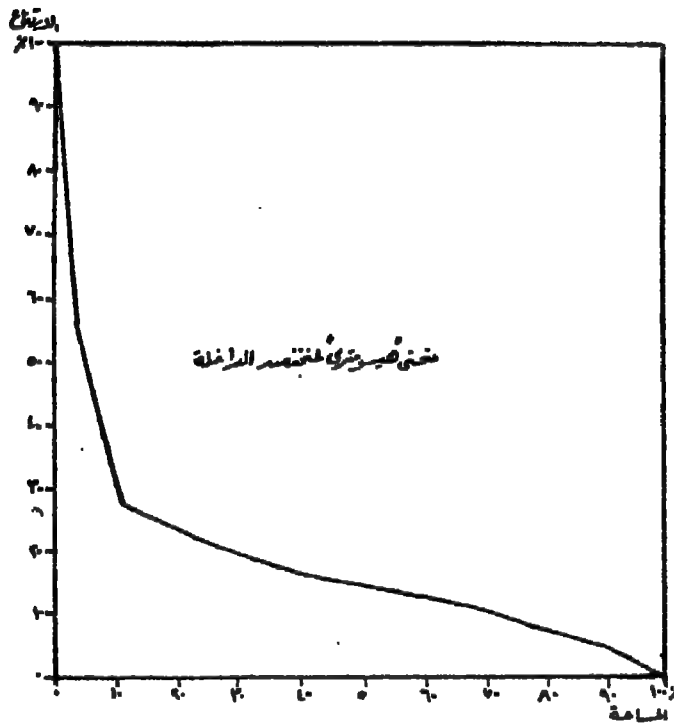
٣ - توقيع النقط التي يتم بها رسم المنحنى . ويراعى في توقيع هذه النقط أن تقع عند الحد العلوى « افئة المنسوب » أى أمام الرقم الثانى من رقى كل نطاق كمنثورى، وكذلك عند الحد العلوى للمساحة المقابلة لكل نطاق . بعبارة أخرى يتبع ما يتم اتبعه في رسم المنحنيات التكرارية المتجمعة . وبانتهاء توقيع النقط يلاحظ أن آخر النقط التي ينبغي وضعها تقع في الركن الأمامى العلوى من الشكل . بعد ذلك نصل بين هذه النقاط إما باليد أو بمنحنيات البلاستيك التي تساعد على عمل منحنيات أفضل مما يعمل بدونها : هذا ويصح أيضاً استعمال المسطرة في التوصيل بين نقط هذا المنحنى .

أما إذا كان من المفضل أن تبين النسب المئوية في الشكل فيمكن توضيح ذلك على المحورين الأفقى والرأسى، وذلك بكتابة أرقام تبدأ من الصفر وتنتهى إلى ١٠٠ ٪ عند نهاية كل من المحورين .

ويمكن أن تكون الأرقام سلسلة كل ١٠ ٪ أو كل ٢٠ ٪ مثلاً . ويراعى أن تكون كتابتها على الفاحية الأخرى في مقابل الأرقام الفعلية التي سبق كتابتها . إلا أنه ليس من الضروري أن يكون كل رقم فعلى يقابله رقم من أرقام النسب المئوية .

أما إذا رؤى عمل منحنى بالنسبة المئوية فقط فيمكن الاستغناء عن الأرقام الفعلية ، بعد رسم المنحنى على أساسها . كما أنه من الممكن إجراء حسابات النسب المئوية أولاً لكل من « ثبات الارتفاع » و « ثبات المساحة » ثم يرسم المنحنى بعد ذلك . ثم يقسم كل من المحورين إلى مسافات تكتب عليها النسب المئوية مع مراعاة الدقة في التقسيم الأول والأخير من كل من المحورين . لذلك أنه كما سبق الذكر يمكن أن يكون كل منهما

أقل من أى قسم آخر . وفى هذه الحالة لا تكون الأقسام كل ١٠ أو ٢٠٪ مثلاً على المحورين . ولذلك فمن المفضل أن يقسم المحورين بعد الرسم على أساس الأرقام الفعلية إلى وحدات متساوية كل منها يمثل ٥ أو ١٠ أو ٢٠٪ مثلاً . ويوضح شكل (٣٦) مثلاً للمنحنى هيسومتري بالنسب المئوية .

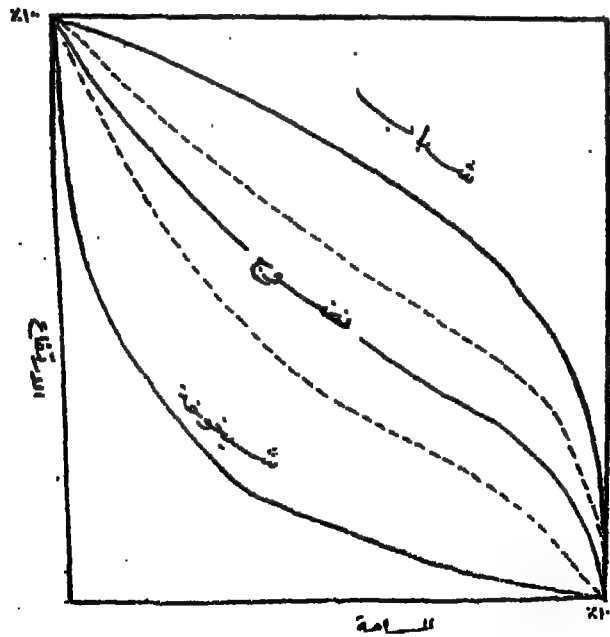


( شكل ٣٦ )

ومما يذكر أن المنحنيات الهيسومترية بالنسب المئوية تعتبر ذات أهمية فى تسهيل المقارنة بين المناطق المختلفة أو بين أحواض التصريف مهما اختلفت فى أبعادها الرأسية والمساحية . ولهذا السبب فقد فضلها ستريار Strahler فى المقارنه بين الأحواض النهرية . ولزيادة دقة المقارنة فقد اقترح أن تكون



أبعاد الشكل المرسوم ١٠ سم × ١٠ سم عند إجراء المقارنة كما سبق القول .  
 ومما تبرزه المنحنيات الهيسومترية سواء كانت لأحواض نهريّة أو لمناطق  
 يضم كل منها عدة أحواض ما يعرف بالمرحلة الجرفولوجية . فمن الملاحظ أن  
 المنحنى إذا كان معظمه يمتد في الجزء البعيد عن نقطة أساس الشكل فيمكن أن  
 بوصف الحوض أو المنطقة بأنها في مرحلة الشباب وإذا كان المنحنى في موقع  
 متوسط فنحن بإزاء مرحلة نضوج أما إذا كان المنحنى يمتد معظمه بالقرب  
 من النقطة الأساسية للشكل فيعتبر الحوض أو المنطقة في مرحلة الشيخوخة .  
 ويوضح شكل (٣٧) ثلاثة منحنيات تمثل المراحل الثلاث والحدود الفاصلة  
 بين النضوج وكل من الشباب والشيخوخة .



( شكل ٣٧ )

ومما ينبغي ذكره في هذا الصدد أنه لا يجب الاعتماد على المنحنى

المبسوم ترى في فحص الانحدار . فهو ليس كالتقاطع التضاريسى بل هو منحنى إحصائى لا يوضح مقدار الانحدار . إلا أنه من الممكن الاعتماد على ما قد يظهر فيه من تغير واضح في جزء منه إعتقاداً جزئياً لا في حساب الانحدار وإنما في البحث عن سبب شدة أو بطء الانحدار في هذا الجزء .

ذلك أن التغير في جزء ثانوى من المنحنى نتيجة ضيق المساحة أو إنساعها في فئة منسوب ما يعنى غالباً شدة أو بطء الانحدار بالفعل ولكن ليس من الصواب أن يحسب الانحدار من المنحنى .

### طرق أخرى لتمثيل المساحة / الارتفاع :

فضلا عن المنحنى المبسوم ترى توجد طرق أخرى لتوضيح هذه العلاقة . ولكن هذه الطرق لا تمثل إجمان المساحة أو إجمالى النسب التثوية على غرار ما يمثله ذلك المنحنى . فهى تمثل المساحة الفعلية أو نسبتها التثوية من إجمالى مساحة بحسب كل نطاق كنتورى .

ومن هذه الطرق ما يعرف بمنحنى المساحة / الارتفاع . وهو منحنى يمثل هذه البيانات بطريقة غير متجمعة . أى أنه يقوم على فكرة المنحنى التكرارى البسيط بل إنه شبيه بالخط البيانى العادى .

ولعمل منحنى من هذا النوع نجرى الخطوات الآتية :

- ١ — تقاس مساحات النطاقات السكتورية بأى من الطرق الدقيقة ويراعى في ذلك ما سبق ذكره في أول خطوات عمل المنحنى المبسوم ترى .
- ٢ — يرسم محور رأسى يمثل المناسيب المختلفة بحسب ماتم في الخطوة السابقة ويرسم محور أفقى لتمثيل المساحات مع مراعاة أن طول هذا المحور

يتوقف على أكبر مساحة بين النطاقات السكتورية وليست للمساحة السكلية .

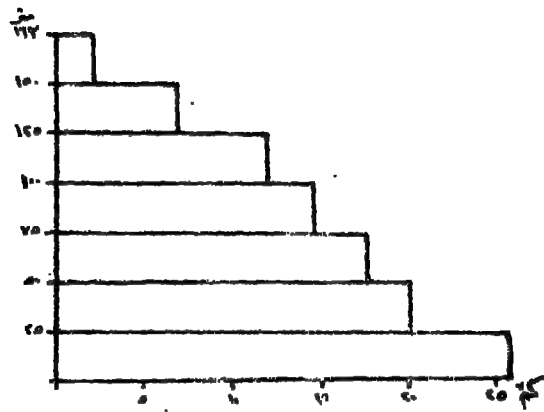
٣ - يمكن تقسيم هذا المحور إلى نسب مئوية أيضا بحيث يوضح المساحة الفعلية والنسب المئوية ، أو يكتفى بالنسب المئوية إذا رؤى ذلك . بل إنه يمكن إجراء ذلك في المحور الرأسى ذاته إذا دعت الحاجة لذلك . فقد تكون هناك حاجة أو إمكانية لمقارنة عدد من المنحنيات لمناطق مختلفة المساحة والمناسيب .

٤ - توقع نقط تمثل موقع المساحة من فئات الارتفاع . ويرامى أن تكون هذه النقط في وسط فئات الارتفاع وليست أمام الأرقام التى تمثل خطوط السكتور على المحور الرأسى . وبعد توقيع هذه النقط يتم التوصيل بينها . .

وهناك طريقة شبيهة تقوم على نفس البيانات التى تمثل بالطريقة السابقة . ولعمل شكل من هذا النوع تتبع الخطوات الثلاث الأولى مما سبق . ثم بدلا من أن توقع نقط في أواسط فئات الارتفاع تعمل أعمدة تقع حدودها العلوية أمام حدود الارتفاع على المحور الرأسى . أما طول كل من الأعمدة فيقتناسب والمساحة التى يمثلها بحسب ما يشير إليه المحور الأنى ، وذلك يتضح في شكل (٣٨) . ويمثل هذا الشكل بيانات المساحة / الارتفاع للجزيرة يبلغ ارتفاعها ١٦٣ مترا ، وتبلغ مساحتها نحو ١٠٠ كم<sup>٢</sup> . ومن الواضح أنه يمكن عمل هذا الشكل بالنسب المئوية لـكل من المساحة والارتفاع أو لأيهما فقط .

ومن الممكن أن يرسم هذان الشكلان في وضع آخر بحيث تكون  
( م ٨ - الخريطة )

المساحات ممثلة على المحور الرأسى والناسيب ممثلة على المحور الأفقى . ولكن هذا الوضع قليلا ما يستعمل فى هذين النوعين من الرسوم .



( شكل ٣٨ )

### المنحنى الأليمتري التكرارى :

وهو منحنى تكرارى يرفق تكرار « عدد » حالات تتعلق بالارتفاع فى مقابل كل من فئات إرتفاع . ويشبه هذا المنحنى جداً ما سبق تسميته منذ قليل بمنحنى المساحة / الارتفاع .

ويتلخص الاختلاف بينهما فى أن هذا منحنى يوضح تكرارات تختص بالارتفاع فى مقدمتها فقط الناسيب بينما يوضح المنحنى السابق مساحات فى مقابل فئات الارتفاع . وقبل شرح طريقة عمل هذا المنحنى لعله من المستحسن أن نستطرد قليلا فى الفكرة الجرفولوجية وراء هذا المنحنى ، وكذلك المستوجرام الأليمتري التكرارى الذى توضح بواسطته نفس البيانات . ونفرض بعد ذلك لسكيفية عمل هذا المنحنى وعمل المستوجرام المذكور .

فن موضوعات البحث الجرفولوجى الهامة ما يعرف بسطوح ( أسطح )  
التعرية erosion surfaces . وموجز تعريف سطح التعرية أنه سطح — أو بقايا  
سطح على الأدق ارتبط بثبات ظروف التعرية نسبياً لوقت طويل إلى حد ما  
بحيث لاكتسب السطح بعض الاستواء ، وكذلك بعض الاتساع . إلا أن  
هناك من التطورات التالية ما يمكن أن تؤدي إلى تغيير في المعالم الأصلية  
لسطوح التعرية بحيث يمكن القول أنها تتغير كثيراً من حيث مساحة كل  
منها بل ومناسيب كل منها . ولهذا فإن تتبع هذه السطوح أو بقاياها على  
الأصح يعتبر من الدراسات المعقدة في الجرفولوجية .

ومما يزيد من صعوبة البحث فيها أيضاً أن سطح التعرية — والمقصود  
هنا ما ينتج عن التعرية النهرية — يفترض فيه تقارب المناسيب إذا فصحت  
أجزاء صغيرة منه على حدة . أما إذا فصحت أجزاءه المختلفة — هذا إن  
وجدت عدة أجزاء — فيزداد الأمر تعقيداً . ومن أسباب ذلك تدرج  
المناسيب في العادة في اتجاه الأجزاء الدنيا من الأخواض النهرية . أضف إلى  
ذلك إمكانية التفاوت في كيفية تراجع المنحدرات في بقايا سطوح التعرية  
لأسباب منها التنوع الصخرى . وهذا مما يؤثر في انقظام المناسيب في بقايا  
السطوح .

ويعتبر فحص الخرائط وتحليلها من الوسائل الهامة في التبين أو الاحتمال  
المبدئى لوجود سطح تعرية أو أكثر في منطقة ما . ومن الواضح أنه كلما  
كانت الخرائط ذات قارق كنتورى صغير فإن ذلك يعطى تفصيلاً وإلمئثاناً  
أكثر نسبياً في الاحتمالات . ولكن فحص الخريطة وإجراء بعض التحليلات  
السكّية كعمل منحنى التيمترى تكررارى أو غيره ينبغي ألا يكون عملاً

مستقلاً بل لا بد من فحص الصور الجوية والدراسة الميدانية إذا كانت هناك دراسة جادة .

وقد أُلحنا إلى أن بقايا سطوح التعرية يفترض فيها أن تكون مقاربة المنسوب وخاصة إذا كنا بصدد منطقة صغيرة . كما يفترض فيها إتساع المساحة التي تشغلها أو كثرة التلال والأجزاء المختلفة عنها وبناء على هذين الفرضين فقد تبادر إلى ذهن الباحثين بضعة طرق كمية لتحليل الخريطة السكتورية لتوضيح ما إذا كان يوجد في منطقة ما بقايا لسطح أو أكثر من سطح . ومن بين هذه الطرق ما يعرف بالمنحنى الأليمتري التكرارى والمستوجرام الأليمتري التكرارى .

وهناك عدة اتجاهات لجميع حالات الارتفاع اللازمة لعمل هذا المنحنى . فقد اتجه البعض إلى نقط المناسيب التي توجد في اللوحات السكتورية بحيث يعتمد على هذه النقط وحدها في عمل هذا المنحنى أو عمل مستوجرام . ولعله يصح القول أنه ينبغي أن تكون هذه النقط كثيرة جداً بقدر يقلل من فرصة التحيز بالمعنى الإحصائي . ولكن ذلك لا يتوفر عادة في الخرائط السكتورية أو الطبغرافية مهما كانت مزودة بنقط مناسب .

وهناك إتجاه آخر إلى تقسيم الخريطة إلى مربعات صغيرة ، وتؤخذ أعلى نقطة في كل مربع . وقد تكون هذه النقطة هي نقطة منسوب فعلية كما قد تكون مقدرة تبعاً لخطوط السكتور التي توجد بكل من المربعات التي قسمت إليها الخريطة .

وفي كلتا الحالتين ينبغي عمل فئات منسوب يندرج تحت كل منها عدد من النقط التي تم جمعها من الخريطة ثم تمثل هذه النقاط في منحنى تكرارى

أو هستوجرام . ومن الواضح أن جمع التكرارات من الخريطة يستغرق وقتاً طويلاً كما أنه عمل يستلزم الدقة بقدر الإمكان . ولتوضيح مراحل جمع هذه التكرارات من المستحسن أن نذكر بعض النقاط التي تفيده في هذه الطريقة كما قد تفيده في طرق أخرى وهذه النقاط هي : —

١ — تحديد المنطقة التي تجرى بها الدراسة تحديداً جيداً يقوم على بعض المبادئ الجرفولوجية . وقد تكون هذه المنطقة جزءاً واحداً كما قد تكون عدة أجزاء صغيرة تشير الدلائل المبدئية إلى احتمال وجود بقايا سطح أو أسطح تعرية بها . ولهذا فإن التحديد المبدئي للجزء أو للأجزاء المعنية ليس تحديداً جرافياً .

ومما يذكر في هذا السياق أنه كثيراً ما يكون خط كنتور ما هو أحد المنطقة المعنية إذا كانت المنطقة واسعة نسبياً وتشمل تضاريساً متنوعة . كما يمكن أن يحدد جزءين بخط كنتور ما . وفي حالة الدراسة التي تختص بمحوض نهري مثلاً صغيراً كان أم كبيراً من الواضح أن حدود المحوض تتخذ أساساً لإجراء هذه الدراسة الإحصائية .

ولكنه يلاحظ في جميع الحالات التي لا يكون حدها خط كنتور ، أن فئة أقل المناسب خصوصاً قد تؤدي إلى بعض الخطأ في الاستنتاجات . والسبب في ذلك أن التكرارات في هذه الفئة تظهر في العادة بعدد قليل مما قد يوحي بأن الفئة التي قبلها ربما ترتبط بسطح تعرية . ومما قد يساعد على هذا الخطأ أن الفئة التي تعلو هذه الفئة قبل الأخيرة قد تكون ذات تكرارات أقل مما يبرز تكرارات الفئة قبل الأخيرة بشكل يلفت النظر .

٢ — تقسم المنطقة التي تم تحديدها إلى عدد مناسب من المربعات

ويوقف عدد هذه المربعات على مقدار تفصيل الخرائط المتوفرة أى قارقتها الكنتورى بصفة خاصة ، وكذلك مقدار توفر نقط المناسيب . وكلما كانت الدراسة تفصيلية فإن ذلك يستدعى عمل مربعات صغيرة والعكس صحيح . وبما يؤثر فى أبعاد المربعات أيضاً إتساع المنطقة أو الأجزاء موضع الدراسة .

وعلى العموم ينبغى فى جميع الحالات توفر عدد كبير من المربعات للحصول على عدد كاف من التكرارات يمكن أن يناسب مثل هذه الطريقة الإحصائية . إلا أنه مما ينبغى ذكره أن تفاوت عدد المربعات للمنطقة الواحدة قد يؤثر فى النتائج التى يمكن إستخلاصها . كما أن هناك من الأسباب التى قد تؤدى إلى تغيير هذه النتائج وسوف نعرض بعضها بعد قليل .

٣ - ينبغى عمل سجل خاص بالنقط التى يتم جمعها من الخريطة . ومن الفضل أن يكون هذا السجل بفارق منسوب أقل ما يمكن . فلا مانع أن يكون بالتر الواحد فى الدراسات التفصيلية والتى تتميز عادة بفارق تنبازيسى محلى صغير . كما يمكن أن يكون كل ٥ أمتار . وفى حالة المتر الواحد تكتب خانة فى كشف كبير تبدأ بأقل رقم وتنتهى بأكبر رقم بحيث تسجل التكرارات أمام كل رقم . وبعد الانتهاء من ذلك تجمع التكرارات التى توجد أمام كل رقم ، ويحتفظ بهذا البيان كمصدر أساسى للمعالجة الإحصائية . ذلك أنه يمكن تجميع التكرارات فى فئات مناسبة ، يمكن أن يكون مداها ٥ متر أو ١٠ متر مثلاً ويمكن أن يكون جمع التكرارات مصنفات منذ البداية فى فئات كل ٥ متر مثلاً . وذلك بعمل كشف تفصيلى على النحور السابق ولكن أمام فئات بالفارق المذكور . وتجمع كذلك التكرارات الموجودة فى كل فئة ويحتفظ بهذه الأرقام أيضاً كمصدر للمعالجة الإحصائية . ومن الواضح أنه يمكن تكبير حجم الفئات عن ٥ أمتار .



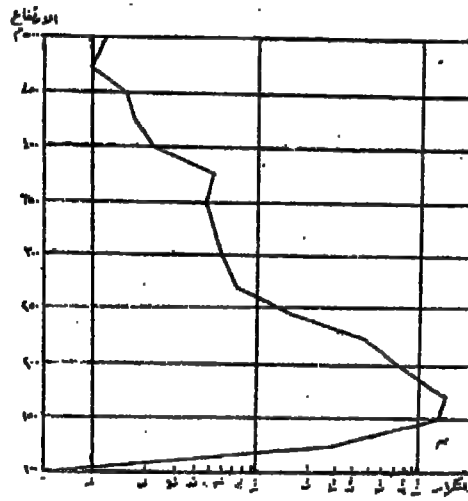
٢ - يرسم منحني تسكرارى تبعاً لهذه الأرقام بحسب الفئات التى يستقر  
الرأى على تمثيلها . ويمكن أن تمثل التكرارات بحسب فئات مختلفة  
الحجوم فى شكل واحد . ويزاوى فى رسم هذا المنحنى أن توقع نقط  
التكرارات مقابل مراكز فئات المناسيب وليس مقابل الحد العلوى أو  
السفلى . ويقم التوصليل بينها بخطوط مستقيمة كما يتضح فى الشكل سابق الذكر .

ومما يلاحظ على المبدأ الأساسى للطريقتين السابقتين أنه ليس هناك تركيز  
على الأشكال الواقعية التى يعتمل أن تختلف كبقايا لأسطح التعرية . فكما  
سبق القول يرجع أن أسطح التعرية القديمة لا تبقى منها إلا أجزاء مبعثرة  
كثير منها على هيئة تلال . ولهذا فقد إتجه البعض إلى التركيز على دراسة  
هذه البقايا فقط وليس على مربعات الخريطة أو المنطقة بكاملها أو جميع نقط  
المناسيب التى تسجل أعداد منها فى الخرائط . وفى ضوء هذا المبدأ فقد اهتم  
الباحث فى دراسته للمنخفض الداخلة بما يمكن تسميته بالقمم والمساحات الصغيرة  
المقبية . فما كانت تهدف إليه هذه الدراسة هو تبين ما قد يوجد فى قاع هذا  
المنخفض من سطوح أو مستويات تعرية . وقد أدخل فى الحسبان المرتفعات  
الصغيرة التى يمثلها خط كنتور مغلق والتلال الصغيرة التى لم تمثل بخطوط كنتور  
لصغرها . ولكى يكون هناك حد للمساحة القصوى لخطوط الكنتور الناتجة  
فقد أخذ فى الحسبان كل كنتور يعيط بمساحة ٢ سم<sup>٢</sup> أو أقل على خرائط  
١ : ٢٥٠٠٠ ، أى كل مساحة تقل عن  $\frac{1}{16}$  كم<sup>٢</sup> .

وقد أجريت بعض التحليلات الإحصائية الدقيقة التى يمكن أن تفيد  
فى دراسة مناطق أخرى . إلا أن النتائج التى تم التوصل إليها من خلال  
هذه التحليلات ربطت بنتائج الملاحظات الميدانية وتبين أنه لا ينبغي الاعتماد

على تحليل الخريطة فقط في إستخلاص النتائج . فإن الدراسة الميدانية من أهم  
الأنس في أغلب موضوعات الدراسة الجبر فلوجية .

ولم له من المستحسن أن نورد هنا نموذجاً للمنحنى الألتيميتري التكرارى .  
فنفختار ما تم عمله في منخفض الداخلة بالنسبة . للقمم مؤكدة المنسوب أى القيم  
التي حدد إرتفاعها باطمئنان من اللوحات الكفتورية، شكل (٣٩) . ويلاحظ



شكل (٣٩)

من هذا الشكل أنه استعملت ورقة رسم بياني لوغاريتمية نظراً لشدّة التفاوت  
بين التكرارات . ويمثل هذا المنحنى فئات مقدار كل منها ٢٥ متراً .

### المستوجرام الألتيميتري التكرارى :

المستوجرام شكل إحصائى معروف يمثل التكرارات بالنسبة  
لفئات ما . وهكذا فإنه يمكن أن تمثل به البيانات التي يمثلها المنحنى  
الألتيميتري التكرارى وما سبق قوله عن جمع البيانات اللازمة لعمل ذلك

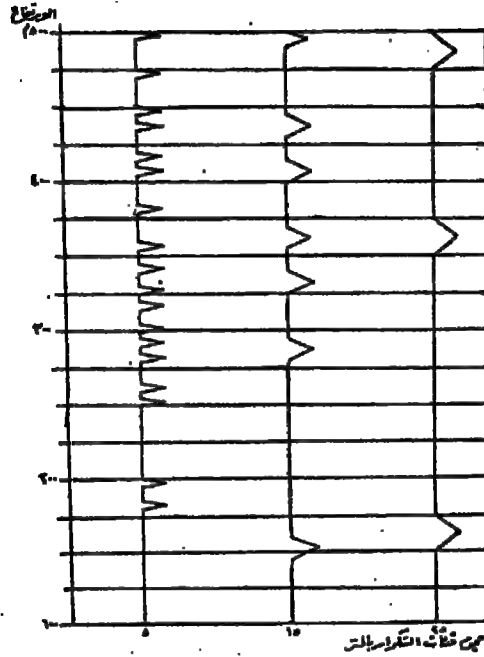
المنحنى يقال أيضا بالنسبة للمستوى جرام الأليمتري . ولعمل المستوي جرام يمثل تكرارات نقط المناسيب أو تكرارات القمم بحسب فئات الارتفاع يرسم محور أفقى تمثل عليه فئات الارتفاع ومحور رأسى تمثل عليه التكرارات . ويمكن أن يكون المحور الأفقى مخصصاً للتكرارات والمحور الرأسى مخصصاً لفئات الارتفاع على غرار المثال الذى أورد للمنحنى الأليمتري .

وعما يمكن التلميح إليه فى هذا السياق أن الاهتمام ينصب فى المنحنى الأليمتري التكرارى وكذلك فى المستوي جرام الأليمتري على المناسيب التى يتركز فيها تكرار كبير . فإذا كان العدد كبيراً فهذا يعنى احتمال وجود سطح تعرية . وفى ضوء ذلك يمكن عمل رسم آخر يوضح توزيع هذا التركيز فقط ، وهو ما يمكن تسميته بالخط البياني للقمم التكرارية . فمن الممكن أن تحدد الفئات التى تزيد تكراراتها عما قبلها وعما بعدها . ويرسم لذلك خط بياني يمثل هذه الحالة . وقد اتبعت هذه الطريقة فى التحليل الذى قام به الكاتب أيضاً فى منخفض الداخلة .

ويوضح شكل (٤٠) ثلاثة خطوط بيانية توضح هذا التركيز أو «القمم» التكرارية الخاصة بالقمم التضاريسية التى سبق الكلام عنها . ويمثل الخط الأيسر فئات كل ٥ أمتار ، والخط الأوسط فئات كل ١٥ متر ، أما الخط الأخير فلفئات كل ٢٥ متر .

وفى ختام الكلام عن هذه الطريقة التكرارية بأى من الأسس التى ذكرت فينبغى القول أن شدة التقطيع قد تؤدي إلى بعض الخطأ فى الاستنتاج . وذلك لأن شدة التقطيع تؤدي غالباً إلى كثرة القمم بأشكالها المختلفة وكذلك

إلى كثرة نقط المناسيب عادة في الخريطة . كما ينبغي ألا ننسى أهمية الدراسة الميدانية وفحص الصور الجوية كعمل مشترك في الوصول إلى أقوى الاحتمالات .



شكل (٤٠)

### منحنيات الانحدار :

منحنى الانحدار هو خط يمثل متوسط الانحدار في حوض نهري ما أو لمساحة منحدرة ، أو مزرعة . وقبل شرح إحدى هذه الطرق فما ينبغي ذكره أنه قد لا يتيسر في كثير من الأحوال رسم المنحنى بالدرجات التي تحسب من الخريطة . والسبب في ذلك أنه كثيراً ما نحصل على درجات إنحدار قليلة لا تساعد على رسم منحنى معقول . ومن الممكن التغلب على

هذه الصعوبة أحياناً بمضاعفة أرقام الدرجات التي تم الحصول عليها، أو ضربها في ٣ أو ٤ مثلاً إذا كانت كل الأرقام قليلة . إلا أن ذلك قد يعجز إذا وجد رقم أو رقمان كبيران فإذا ضربناهما في ٣ مثلاً يزيد الرقم الناتج عن ٩٠ درجة . وتوضح هذه الصعوبة في المثال التالي :

ثقة المنسوب	متوسط الانحدار	$\times 3$ مثلاً
٢٠٠ — ٢١٠	١	٣
٢١٠ — ٢٢٠	٢	٦
٢٢٠ — ٢٣٠	٣	٩
٢٣٠ — ٢٤٠	١٠	٣٠
٢٤٠ — ٢٥٠	٣٥	١٠٥
٢٥٠ — ٢٦٠	٣	٩

فن الجدول السابق يتضح أنه يصعب رسم أجزاء من المنحنى بانحدارات طفيفة هي ١ ، أو ٢ أو ٣ درجات . وإذا فكرنا في تكبير جميع الأرقام بنفس النسبة بحيث تضرب في ٣ فإننا نصبح بإزاء رقم يزيد عن ٩٠ . وفضلاً عن هذه الصعوبة فإنه حتى إذا لم يزد أحد الأرقام عن ٩٠ فإننا نكون بإزاء مبالغة رأسية كالتي سبق الكلام عنها ضمن الكلام عن عمل القطاعات التضاريسية . ولذلك فلا ينبغي تكبير الأرقام إلا إذا كان ذلك ضرورياً كما ينبغي ألا يكون هذا التكبير « أو هذه المبالغة الرأسية » بالقدر الذي يجعل أحد أو بعض الأرقام تزيد عن ٩٠ . ويفضل أن تكتب الدرجات الفعلية على أجزاء المنحنى بعد عمله حفاظاً على الدقة .

وهناك بضع طرق للحصول على الدرجات اللازمة لعمل منحني الانحدار طبقاً للخريطة الكنتورية .

ومن هذه الطرق ما اقترح سترابلر strabler . وتقوم هذه الطريقة على قسمة الفاصل الكنتوري على متوسط عرض النطاق للحصول على ظل زاوية الانحدار . ولهذا يتم قياس مساحة كل من النطاقات الكنتورية بأحد الطرق المناسبة، ثم يتم قياس أطوال خطوط الكنتور. وبعد ذلك تقسم مساحة كل نطاق كنتوري، على متوسط طول خطي الكنتور اللذان يحيطان به. فيتم الحصول على متوسط عرض النطاق. وبقسمة الفاصل الكنتوري على متوسط عرض النطاق نحصل على ظل الانحدار . ويمكن الحصول على الدرجات التي تتأبى الظلال من جدول ظلال الزوايا .

وفيما يلي مثال إفتراضى يوضح البيانات اللازمة لعمل منحني إنحدار ، وكيفية رسم هذا المنحني ، وهو جزء من خريطة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ يعده خط كنتور ٢٠٠ .

المنحني الكنتوري	المساحة « كم <sup>٢</sup> »	متوسط البكتورين ( كم )
٢٠٠ — ٢٢٠	١٥	١٥
٢٢٠ — ٢٤٠	١٢	١١
٢٤٠ — ٢٦٠	٧	٨
٢٦٠ — ٢٨٠	٥	٧
٢٨٠ — ٣٠٠	٣	٥
٣٠٠ — ٣٢٠	٣	٣
٣٢٠ — ٣٤٠	٢	٢
٣٤٠ — ٣٥٠	١	٠.٧٥

هذه هي البيانات التي ينبغي الحصول عليها من الخريطة قبل إجراء الحسابات التالية .

ومما يراعى أنه يؤخذ متوسط طول خطى الكنتور اللذين يحيطان بكل نطاق . ولهذا فإن أى خط كنتور يدخل فى الحساب مرتين باستثناء أول خط . كما أن آخر خط « من الجهة العلوية » يؤخذ نصف طوله كبديل لمتوسط الخططين فى النطاقات السابقة . ويلاحظ أن أكثر النقط ارتفاعاً مما يحده هذا الخط الأخير لا تبلغ عادة نهاية الفاصل الكنتورى التالى بل تقل عنه كما فى الأرقام السابقة .

بلى ذلك الحصول على ظل زاوية الانحدار لكل نطاق طبقاً للبيانات سابقة الذكر . هذا مع العلم بأن متوسط عرض كل نطاق هو ناتج قسمة المساحة على متوسط الكنتورين .

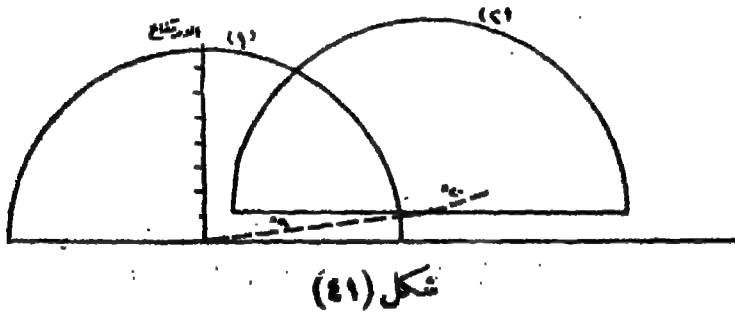
وبعد الحصول على درجات الانحدار يتم رسم المنحنى كالتالى :

١ - نقيم محوراً رأسياً قصيراً وآخر أفقى طويلاً مع مراعاة أن هذا المنحنى يستلزم فى العادة ورقة مستطيلة تناسب عمل محور أفقى طويلاً على غير المعتاد فى الأشكال الأخرى . ومن المستحسن أن تكون هذه الورقة ورقة رسم بيانى عادية .

٢ - يقسم المحور الرأسى إلى أقسام صغيرة من الممكن أن تكون كل نصف سنتيمتر مثلاً إذا كنا بصدد عمل منحنى على ورقة بأبعاد الكراسة العادية . وتسكتب على حدود هذه الأقسام أرقام تبدأ بأول خط كنتور وتنتهى بالنقطة العلوية . ويمكن الاستغناء عن كتابة رقم النقطة العلوية إذا

كانت - كما في المثال السابق - لا تصل إلى منسوب الفاصل الكنتوري  
التالي وهذا هو ما يحدث في أغلب الأحوال .

٣- مع أنه يمكن رسم المنحنى بادئين من الناحية العلوية في الاتجاه إلى  
أسفل إلا أنه من المفضل بدء الرسم من نقطة البداية عند إلتقاء المحورين  
الأفقي والرأسي السابق الذكر فتوضع المنقطة بحيث تقاس درجة الانحدار إلى  
داخل الشكل كما يتضح في شكل ( ٤١ ) الذي يوضح وضعين للمنقطة . وبعد



خط يصل بين نقطة البداية والنقطة الواقعة على الخط الأفقي المار برقم الكنتور  
التالي الموضح على المحور الرأسي . وتنقل المنقطة إلى الوضع الثاني كما يتضح في  
الشكل السابق .

ويتم عمل خطوط الانحدار بهذه الطريقة حتى تنتهي من آخر رقم .  
ويقل الشكل من الناحية العلوية ومن الجهة المقابلة للمحور الرأسي على  
النحو المعتاد .

ومن الملاحظ أنه لايسهل عمل منحنى إنحدار بالدرجات الفعلية إلا  
للمنحدرات الشديدة كما سبق الذكر . ويمكن التغلب على ذلك بمضاعفة  
الدرجات مثلاً أو ضربها في ٣ بشرط ألا تزيد أي درجة عن ٩٠ ، مع كتابة  
الدرجات الفعلية على أجزاء المنحنى .



ومن الطرق الأخرى التي يمكن بها عمل منحنى إحداد دون الحصول على درجات الانحدار مقدماً طريقة « دى سمية » De smet . وتتلخص هذه الطريقة في الحصول على متوسط عرض كل من النطاقات السكتورية بقسمه مساحته على متوسط طوله . وبعد الحصول على متوسط عرض النطاقات بعمل محاور رأسى للارتفاعات توقع أمامه خطوط مائلة تتقاطع مع الخطوط الأفقية لورقة الرسم بحيث تكون هذه الخطوط للمائلة مرسومة بمقياس رسم مناسب .

ومن الواضح أنه ينبغي عمل المحور الرأسى بدون مبالغة رأسية ما أمكن وإلا فإن الخطوط المائلة التي تمثل للمنحنى يزداد إنحدارها مما يمثل متوسط الانحدار المنحرف . وإذا كانت هناك ضرورة لرسم المحور الرأسى بمبالغة رأسية في حالة عدم الانحدار أى في حالة طول هذه الخطوط أكثر مما ينبغي فمن الضروري توضيح ذلك ولو بذكر للمبالغة الرأسية .

كذلك من الطرق السهلة التي يمكن تحريرها للحصول على منحنى إحداد تلك الطريقة التي إتبعها « دينهام » في تمثيل خطوط السكتور بخطوط تناسب وأطوالها . فيحمل محور رأسى تمثل عليه الارتفاعات ومحور أفقى كتمثيل المسافة الأفقية بنفس مقياس المحور الرأسى يمكن الحصول على عدة خطوط تمثل أطوال خطوط السكتور كل فوق الآخر . وبعد خطوط تصل بين نهايات هذه الخطوط نحصل على منحنى إحداد .

### التمثيل التكرارى للانحدار :

سبق أن عرضنا طريقة الحصول على البيانات التكرارية الخاصة بنقطة المناسب وبالقيم التضاريسية في مقدمة الكلام عن المنحنى الأتيمترى . ومادامنا قد وقفنا على هذه الطريقة فيمكن هنا أن نوجز كيفية اتباعها في تمثيل بعض بيانات الانحدار .

وهناك طرق متعددة للحصول على بيانات عن الانحدار من الخريطة . وقد سبق أن عرضنا لهذه الطرق منذ قليل . إلا أن هذه البيانات لا تناسب التمثيل التكرارى . فللحصول على بيانات تناسب هذا النوع من الرسم الإحصائى يمكن أن تتبع طريقة « ستريار » التى اتبعها فى عمل خرائط ظل وجيب تمام زاوية الانحدار والتى سبق الكلام عنها ضمن أمثلة خرائط التضرس والانحدار . ويمكن أن نقول بإيجاز هنا أنه يمكن تقسيم الخريطة إلى عدد معقول من المربعات ثم يحسب أو يقدر الانحدار فى كل مربع . ولحساب الانحدار لكل مربع يمكن قسمة المسافة الرأسية فى كل مربع على المسافة الأفقية .

والمسافة الرأسية فى المربع هى الفارق بين أعلى نقطة وأقل نقطة فيه . أما المسافة الأفقية فهى طول ضلع المربع . وبعد الحصول على هذه الأرقام لجميع المربعات يمكن تمثيلها بمنحنى أو هستوجرام تكرارى كما هى كظلال للانحدار . ولكن يفضل تحويلها إلى درجات انحدار فعلى بالاستعانة بمجدول ظلال الزوايا وخاصة إذا كنا بإزاء منطقة شديدة التضرس .

### ثالثاً : جوانب تطبيقية للخريطة السكتورية

تفيد الخريطة السكتورية في بعض الجوانب التطبيقية مما سيأتى ذكره .  
إلا أنه مما يحسن ذكره أولاً أن الخريطة لا تغطى كل البيانات الخاصة  
بأشكال السطح أو ما يمكن تسميته بالبيانات الجرفولوجية . ومن ثم فإنه يمكن  
الاعتماد جزئياً فقط على الخريطة في حدود ما تنبئه من بيانات . بينما يمكن  
إستكمال بعض أوجه النقص الخاصة بالدراسات التطبيقية للتضاريس منطقة  
ما باستعمال الصور الجوية والاستشعار من بعد وبالدراسة الميدانية . وفيما يلى  
بعض النقاط للوجزة التى تفيد فيها الخريطة السكتورية نقناولها  
بالترتيب التالى :

أولاً : الرؤية فى المناطق المخرسة

ثانياً : الطرق والسكك الحديدية .

ثالثاً : الأغراض الزراعية والسدود .

أولاً : الرؤية فى المناطق المخرسة

من المعروف أن التضاريس تختلف أشكالها وارتفاعاتها المحلية فى المناطق  
المخرسة . ونتيجة لهذا الاختلاف فى الشكل والارتفاع المحلى فإن الشخص  
الذى يوجد فى نقطة ما بمنطقة مخرسة يتيسر له أن يرى مساحات معينة من  
حواله بينما تختفى مساحات أخرى خلف بعض الأشكال التضاريسية المجاورة .  
وتتغير المساحات المرئية والمساحات المحتجبة تبعاً لموقع الشخص من التضاريس .

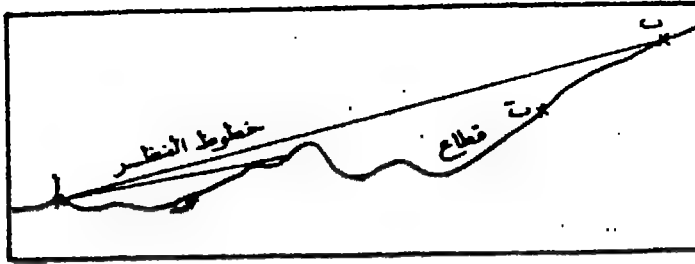
ولتوضيح أهمية الخريطة الكنتورية في هذا الجانب يمكن الكلام  
عن حالتين :

الحالة الأولى هي إمكانية الرؤية بين نقطتين ( أو أكثر ) على خط  
مستقيم . أما الحالة الثانية فهي تحديد المساحات المحتجة وللرؤية من  
نقطة معينة .

وقبل شرح كل من الحالتين ينبغي التأكيد على أن تغير مكان أو  
جنس الشخص يغير من إمكانية الرؤية لنقطة أخرى للمساحات المحيطة .

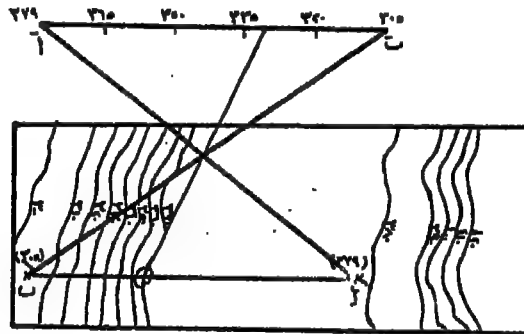
وبالنسبة لتحديد إمكانية الرؤية بين نقطتين بينهما ما قد يكون عائقاً  
فهناك أكثر من طريقة . وأول هذه الطرق هي رسم قطاع تضاريسي على  
طول خط مستقيم يصل بين النقطتين المعنيتين ويمر بالعائق المحتمل لتحديد  
ما إذا كان هذا العائق يمنع الرؤية بين النقطتين أم أن الرؤية ممكنة . وبعد  
رسم القطاع ينبغي مد خط مستقيم بين النقطتين المعنيتين ، وهذا خط يمثل  
خط النظر . فإذا مر هذا الخط دون أن يتقاطع مع الجزء المرتفع الذي يحتمل  
أنه يشكل عائقاً فهذا يعني أن الرؤية ممكنة بين النقطتين . أما إذا تقاطع  
الخط مع هذا الجزء المرتفع فهذا يعني أن الرؤية بين النقطتين غير ممكنة ،  
( شكل ٤٢ ) . فيلاحظ في هذا الشكل أن الرؤية ممكنة بين نقطتي أ ، ب  
بينما تهذر الرؤية بين أ ، ت .

وهناك طريقة أخرى لتحديد إمكانية الرؤية بين نقطتين تقوم على مبدأ  
المثلثات المتناظرة . ولتطبيق هذه الطريقة يرسم خط مستقيم بين النقطتين  
جاءاً بالجزء المرتفع الذي قد يشكل عائقاً للرؤية . ثم يرسم خط مستقيم بين  
النقطتين ساراً بالجزء المرتفع الذي قد يشكل عائقاً للرؤية . ثم يرسم خط آخر



شكل (٤٢)

يوأزى ذلك الخط على بعد عدة سفيمترات منه . ويقسم هذا الخط تقسيما  
مناسبا يتدرج ما بين منسوب النقطتين المعنيتين بحيث يكون وضع النقطتين  
معكوسا على هذا الخط ثم يتم التوصليل بين النقط الأربعة ليتسكون مثلثان  
مقابلان بالرأس ( شكل ٤٣ ) .



شكل (٤٣)

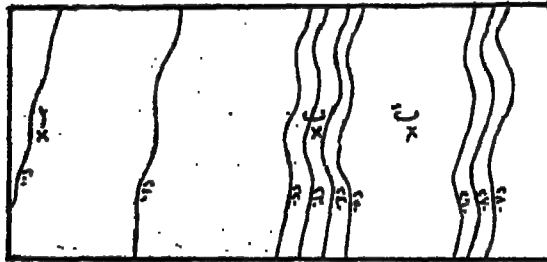
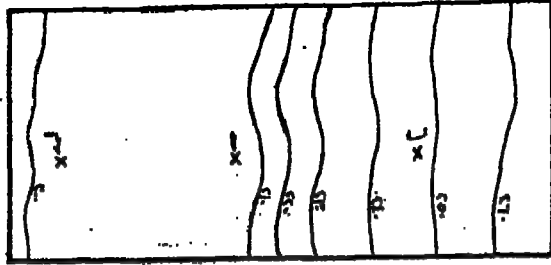
وهكذا يصبح الخط الموازي كدليل لمنسوب خط النظر بين النقطتين  
المعنيتين بحيث يمكن مقارنة هذا المنسوب بأى نقطة أخرى على الخريطة  
مما يمر به الخط الأساسى . فاذا تبين أن النقطة المرتفعة التى تبدو كمائق أكبر  
إرتقاعا مما يقابلها على ذلك الدليل فان الرؤية بين النقطتين المعنيتين تعذر ،  
والعكس صحيح . ولقراءة هذه العلامة ينبغى مد خط يمر برأس المثلثين

بين النقطة التي تبدو كمائق والخط والموازي الذي يمثل مناسيب خط النظر كما يتضح في الشكل السابق .

ويتضح من هذا الشكل أن الرؤية غير ممكنة بسبب تعذب الانحدار . ذلك أنه ليس من الضروري أن يكون عائق الرؤية بين نقطتين أو أكثر جزءاً مرتفعاً على هيئة تل مثله خطوط كنتور أو هاشور أو غيرها . بل يمكن أن تعاق الرؤية بسبب تعذب الانحدار . كما أن تناوبات الانحدار التي تفصل بينها كسور إنحدار تؤدي إلى إمكانية الرؤية بين نقطتين وإلى إعاقتهما بين نقطتين أخرى .

وبصعب أحياناً أن يثبت في إمكانية الرؤية بين نقطتين أو أكثر رغم عدم وجود عائق أو أكثر كالذي يوضحه شكل ( ٤٢ ) ولهذا ينبغي إتباع إحدى الطرق ولتكن رسم قطاع للوصول إلى نتيجة صحيحة ما أمكن . بعبارة أخرى لا ينبغي الاعتماد على الفحص البصري للخريطة الكنتورية في حالة الانحدار المتعذب أو الانحدارات المركبة . ويوضح شكل ( ٤٤ ) أنه يمكن تحديد إمكانية الرؤية للوهلة الأولى بين أ ، ب وهي متعذرة لتعذب الانحدار . بينما لا يمكن تحديدها بسهولة بين أ ، ب . كذلك يمكن البت بمجرد النظر في أن الرؤية ممكنة بين أ ، ب في شكل ( ٤٥ ) . أما بين أ ، ب فالأمر أكثر صعوبة .

وفي ضوء المبدأين السابقين يمكن تقسيم أي خط بين أي نقطتين إلى أقسام يمكن رؤيتها من نقطة ما وأخرى لا يمكن رؤيتها . وتزداد فرص التنوع ما بين مسافات أو نقاط مرئية وأخرى محتجبة بازدياد تنوع التضاريس وتدرجها بحيث توجد الأجزاء المرتفعة وراء أجزاء أخرى أقل ارتفاعاً .



شكل ٤٤ ، شكل ( ٤٥ )

وبما يذكر أن هناك من التفصيلات ما يدخل في الحسان في تحديد إمكانية الرؤية بأى من الطريقتين المذكورتين . فهناك مثلاً إمكانية وجود الشخص في أحد النقطتين ولكن على منسوب لا تظهره الخريطة كبنى مرتفع أو شجرة كبيرة كما يمكن أن يكون في طائرة ، وهنا ينبغي إضافة ارتفاع الشخص إلى المنسوب الذى تبينه الخريطة . يضاف إلى ذلك إمكانية وجود عوائق ثانوية للرؤية كالأعشاب العالية أو الأحرش والمبانى مما قد يوجد بمنطقة العائق التضاريسى ذاتها وخاصة المناطق المطيرة .

أما الحالة الثانية : وهى تحديد المناطق المرئية والمختبئة أو ما يعرف بالأراضى « الميتة » من نقطة معينة على الخريطة السكتورية فتستغرق مجهوداً أكبر وتتطلب معرفة أوسع بالخريطة السكتورية ، ويمكن الاعتماد على طريقة

القطاعات العادية في هذا الصدد . كما يمكن الاعتماد على الطريقة التي يأتي شرحها بعد الكلام عن طريقة القطاعات .

وفيما يتعلق بطريقة القطاعات فيمكن تلخيصها كالآتي :

١ — ترسم عدة خطوط مستقيمة من النقطة الأساسية التي يوجد فيها الشخص في مختلف الاتجاهات .

٣ — تعمل عدة قطاعات مناسبة وتحدد عليها النقاط الفاصلة بين المسافة المرئية والمحتجبة من كل قطاع .

٣ — نوقع هذه النقاط الفاصلة من كل قطاع على الخط الذي يمثل في الخريطة .

٤ — يتم التوصليل بين هذه النقاط لتحديد المساحات المرئية والمحتجبة ، ثم تظلل المناطق المرئية أو المحتجبة للتمييز بينها .

ويلاحظ أنه كلما تنوع التضاريس وتفاوتت مناسيبها فمن المستحسن عمل أكبر عدد ممكن من القطاعات ، وذلك للوصول إلى تحديد أكثر للمناطق المرئية والمحتجبة . إلا أنه مما ينبغي ذكره أن التوصليل بين النقل في الخريطة يتضمن غالباً بعض التقريب . ويضاف إلى ذلك ما يرجح أن ينتج من أخطاء بسبب إتساع الفارق الكنتوري أو بعض التعميم الذي تتضمنه الخريطة ذاتها .

أما الطريقة الثانية فهي أكثر صعوبة ويمكن شرحها كالغالي :

١ — تفحص الخريطة جيداً وتحدد الأجزاء التي يمكن أن تصعب الرؤية بالتقريب ويمكن أن يكون هناك جزءاً واحداً كمثل أو جزئين كتلين أو أكثر من ذلك . كما قد تكون هناك منطقة مرتفعة مسبقة

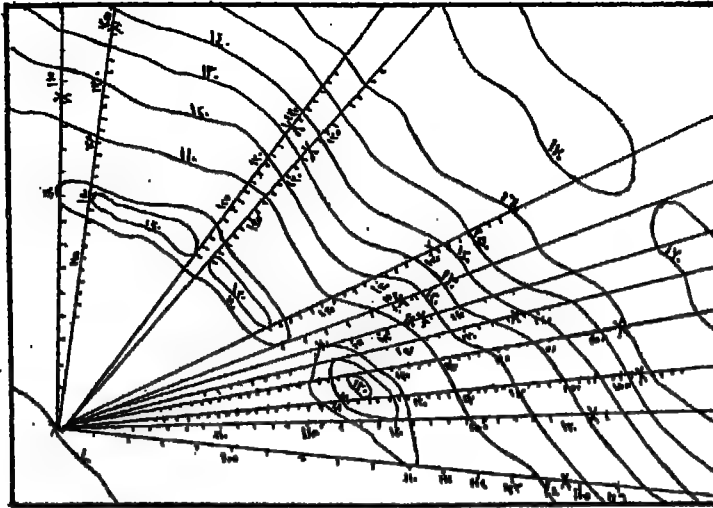


بمنحدر محدب يجنب رؤية حضيض تلك النقطة المرتفعة ، فيعتبر هذا المنحدر  
المحدب عائقاً واحداً .

٢ — ترسم عدة خطوط مستقيمة من النقطة المعنية في مختلف الاتجاهات  
على غرار ما تم عمله في طريقة القطاعات . وإذا كان هناك أكثر من جزء  
مرتفع يحتمل أن بشكل كل منها عقبة فينبى أن تكون هذه الخطوط على  
هيئة مجموعتين أو ثلاث بحسب عدد هذه الأجزاء المرتفعة . فترسم مجموعة  
خطوط مستقيمة وأخرى كخطوط غير مستمرة وهكذا .

٣ — تحدد مناسيب أكثر النقاط ارتفاعاً مما تمر به الخطوط سابقة  
الذكر . ومن الواضح أن هذه النقاط تقع على المحاور الطولى للعقبة . التضاريسية  
إذا كانت على هيئة تل طولى يمتد بمواجهة النقطة المعنية . أما إذا وجد الانحدار  
محدب يسبق منطقة مرتفعة فينبى كتابة منسوب آخر خط في المنحدر المحدب  
من الجهة المرتفعة . وتسكتب هذه المناسيب بالرصاص على كل خط من  
الخطوط المذكورة .

٤ — بحسب مقدار الانحدار في صورة نسبة عادية لتعدد معدل ارتفاع  
خطوط النظر . ومن الواضح أن هذا المعدل يختلف من خط لآخر باختلاف  
مناسيب النقاط التى سبق تحديدها وطول المسافة الأفقية بين النقطة الأساسية  
وهذه النقاط . ويحدد على كل من هذه الخطوط معدل ارتفاعه طبقاً لمعدل  
الانحدار بحيث تسكتب عليه أرقام تمثل المسافة الرأسية مقابل مسافات  
تعادل المسافة الأفقية بحسب مقياس الخريطة . ويوضح شكل (٤٦) بعض  
هذه الخطوط وما كتب على كل منها مما يمثل تدرج مناسيب هذه الخطوط  
خلف العقبة التضاريسية .

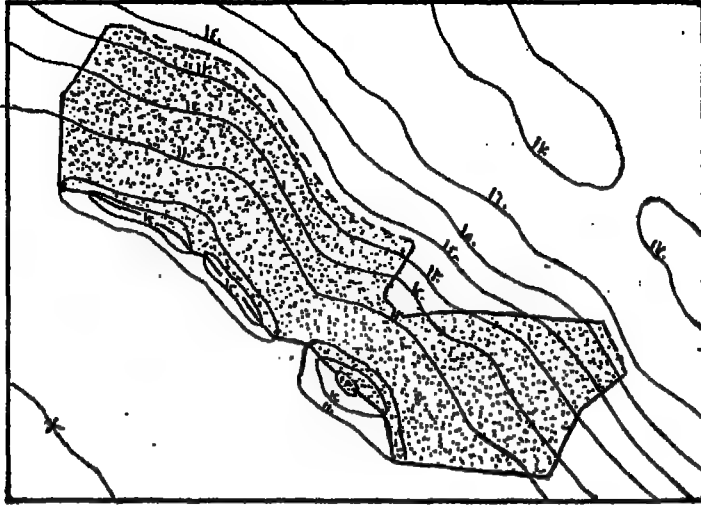


شكل (٤٦)

٥ - تعدد نقطة على كل من هذه الخطوط يتساوى فيها منسوب الخط ومنسوب سطح الأرض في الجزء المرتفع الواقع خلف العقبة . ومن الواضح أن ما يقع أعلى هذه النقطة يمكن رؤيته أما ما قبلها فيدخل في الأراضي « الميتة » . وبالتوصيل بين النقط التي حددت على هذه الخطوط يتم الحصول على خط يفصل بين الأراضي المرتفعة والأراضي المحتجبة شكل (٤٧) . وكما سبق ذكره بالنسبة لتحديد الرؤية بين نقطتين أو بين عدة نقاط فيمكن القول هنا أيضاً أن منسوب النقطة التي قد يوجد فيها الشخص قد يتغير . وذلك بسبب تغيير موقعه أو بسبب وجوده في طائرة أو على مبنى أو غير ذلك مما يؤدي إلى تغيير شديد في الخريطة الناتجة .

#### ثانياً : الطرق والسكك الحديدية

هناك عدة دراسات تسبق لإنشاء طرق أو سكك حديدية في منطقة مخرسة من أهمها فحص الخرائط الكنتورية والصور الجوية ثم للدراسة



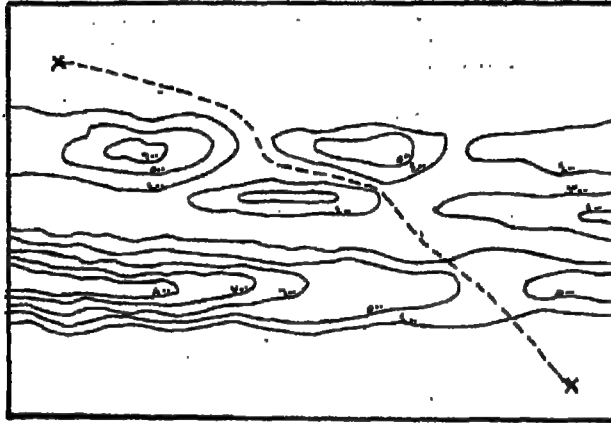
شكل (٤٧)

الميدانية . وما يهمنا هنا أن هذه الدراسات بما في ذلك فحص الخرائط .  
البيكتورية تزداد بازدياد التعرض . ذلك أن المناطق المستوية لا يلزمها  
توسع في هذه الدراسات .

وهناك ناحيتان يمكن الاستفادة بهما من الخريطة . الناحية الأولى هي  
تحديد الامتداد العام للطريق أو الخط الحديدي المزمع إنشاؤه فقد يكون من  
المفضل أن يمد الطريق أو الخط الحديدي في أراضي أكثر قليلاً في  
الارتفاع من أراضي سهل فيضى كبير . وذلك لتلافى التعرض للقياضات  
وبعيداً عن رطوبة يسببها ارتفاع منسوب مياه التربة أو لاتمام ذلك دون  
خسارة في الأراضي المستغلة . . . الخ .

كما أنه من المفضل بطبيعة الحال عند مد طريق أو خط حديدي الاعتماد  
بقدر الامكان عن إختراق المرتفعات الكبيرة . فذلك مما يقلل التكلفة من

ناحية ، فضلا عن أن الأراضي الأقل إرتفاعاً قد تحتوى على مناطق مستغلة مما قد يفيد من وجود الطريق أو الخط الحديدى على مسافات أقرب . ويوضح شكل ( ٤٨ ) الامتداد العام طريق أو خط حديدى بين موقعين .



شكل ( ٤٨ )

روعى فيه القليل من اختراق الأراضي المرتفعة مع توفير أقرب مسافة ممكنة . الناحية الثانية التى يفادها من الخريطة السكنتورية التفصيلية هو اختيار الأماكن المناسبة لبعض أجزاء الطريق أو الخط الحديدى كما هو الحال عبر المنحدرات الشديدة والجروف الكبيرة . ففي العادة لا توجد صعوبات تتعلق بالانحدار فى الأراضي المستوية أو بطيئة الانحدار ، أما المنحدرات الشديدة والجروف فتتضمن عادة بعض الصعوبات التى ينبغى التغلب عليها عند مد الخط الحديدى أو الطريق .

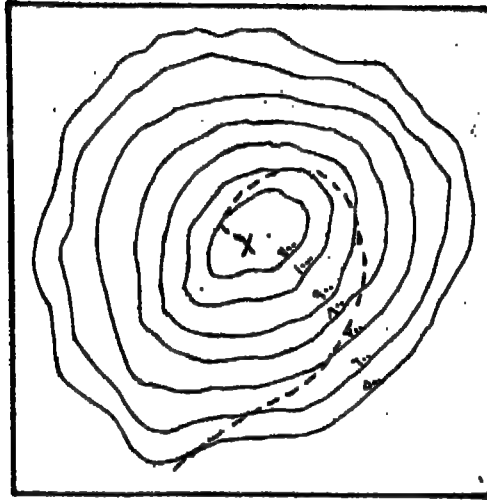
ومن البديهي أنه عند مد الطرق أو الخطوط الحديدية ينبغى تلافى عمل أجزاء شديدة الانحدار جداً . ولهذا فإن الأودية التى تقطع المنحدرات الشديدة أو الجروف يمكن أن تستغل لهذا الغرض . ومرجع ذلك أن معدل

انحدار القطاع الطولى لناع الوادى الذى يقطع الجرف أو المنحدر الشديد يقل بالضرورة عن معدل انحدار الجرف أو المنحدر إذا كان طول الوادى أكبر من طول قطاع الجرف أو المنحدر .

كذلك يمكن استغلال الأجزاء الأخرى التى يقل فيها مقدار الانحدار عن بقية أجزاء المنحدر ويمكن أن تحدد هذه الأجزاء بحسب تباعد خطوط الكنتور واتساع المسافة الأفقية الإجمالية للمنحدر . ذلك أنه ليس من الضرورى أن تكون الأودية التى تنحدر على منحدر ذات قطاعات طولية أكبر من قطاع المنحدر ذاته . بل إن أجزاءها العليا قد تكون ذات انحدار أشد من متوسطها العام ومن المتوسط العام للمنحدر ، ولهذا فيمكن استغلال أحد محاور أراضى ما بين الأودية إذا توفرت فيه بعض الشروط الهندسية الأخرى .

وإذا لم تتوفر أودية أطول بكثير من القطاع العرضى للمنحدر أو أجزاء أقل انحدار بما يناسب مد الطريق أو الخط الحديدى فهذا يتطلب التغلب على شدة الإنحدار بطريقة ما . ومن أشهر هذه الطرق تعريج الطريق أو الخط الحديدى للحصول على مقدار الانحدار المناسب . فن المعروف أن تعريج أى تطويل الطريق أو الخط على المنحدر يقلل من مقدار الانحدار . ومن الممكن أن يكون الخط المقترح فى هذه الحالة خطأ شديداً التمرج أو على هيئة « زجراج » . ويتم حساب مقدار انحدار الخط بين كل خطى كنتور بالطريقة التى سبق ذكرها ، بحيث يمكن تحديد الطول المناسب للخط المطلوب . كذلك يمكن أنه يعمل بشكل شبه دائرى حول أحد الجبال أو التلال المستقلة . وذلك بحيث يدور الطريق حول الجبل أو التل بمقدار الإنحدار

المطلوب في تقاطع مع خطوط السكتور على مسافات أكبر من المسافات العمودية  
شكل (٤٩).



شكل (٤٩)

ومن الطبيعي أن الخريطة السكتورية يمكن أن تساهم في إعطاء فكرة  
عن الموضوعات التي تحتاج لدراسات وأعمال هندسية تفصيلية . فقد توضح جرفاً  
قائماً ( خاصة بالمشور ) مما لا غنى عن نسبه لتوفير انحدار ابطاً أكثر مناسبة  
كما أنها قد تبين حافة شديدة الانحدار لا مفر من عمل نفق خلالها .. الخ .

### ثالثاً : الأغراض الزراعية والسدود

إذا ما احتوت الخريطة السكتورية على عدد كبير من نقاط المناسيب فإن  
ذلك مما يزيد من فائدة الخريطة وبخاصة في دراسات الري والصرف .  
ويمكن بفحص الخريطة اقتراح الخط المناسب لشق ترعة أو مصرف رئيسي  
مع حساب مقدار الانحدار على القطع الطولي .

ومن المعروف أنه يتم اختيار مواقع الترع على مناسيب أعلى من المناسيب التي تختار للمصارف . فإذا توفر بعض التفاوت التفصيلي في التضاريس فإنه يستغل لهذا الغرض بدلا من التعميق الشديد للمصارف في الأراضي المستوية . فالتعميق الشديد للمصارف أمر ضروري لصرف المياه الزائدة عن الري وبعض مياه التربة . أما بوجود بعض التفاوت في التضاريس فإنه يمكن الاستغناء عن شدة تعميق المصارف الرئيسية إلى حد ما ويمكن أن تحدد مواقع الترع والمصارف على الخريطة الكنتورية كما سبق الذكر . كما أنه بالنسبة للمنخفضات الكبرى المصرية مثلا يمكن تحديد مساحات وأطئة تخصص للصرف المحلي .

ونظراً لأن الخريطة توضح مناسيب السطح فهي تمتاز عن الصور الجوية: في أجزاء حسابات الانحدار . كما قد لا تقل عنها أهمية في تحديد المساحات التي يمكن بالدراسة الميدانية أن تصنف بقصد الاستغلال الزراعي . ومن أمثلة المناطق التي تشير إليها اللوحات الكنتورية كمنطق توسع زراعي في المستقبل هو أمش السهل الفيضي التي للنيل ، وقاع منخفض الخارجية الكبير . كما أن اختيار الأراضي يجري استصلاحها في سيناء مثلا لا بد أنه اعتمد جزئياً على الخرائط الكنتورية .

ومن الطبيعي ألا يعتمد على الخريطة الكنتورية وحدها في تحديد المساحات التي تصلح بعضها للاستصلاح بل ينبغي الاعتماد كذلك على الصور الجوية وإجراء دراسة ميدانية من عدة نواح . إلا أن من أهم ما تساهم به الخريطة الكنتورية هو التحديد المبدئي للمساحات التي تصلح مناسيبها للري من ترعة مجاورة أو يجمع شقها ذات مياه بمنسوب معين .

فلو افترضنا وجود ترعة أو نهر يمر بمحور منطقة لم تستغل بعد كأراضي بعض المصاطب النهرية فيمكن عمل عدة خرائط للمستويات المختلفة بحسب

مقدار رفع المياه الممكن من هذه التربة أو النهر . فإذا كان منسوب التربة أو النهر يتراوح ما بين ٢٠ ، ٢٥ متراً فوق سطح البحر وهناك امكانيات للرفع في حدود ١٠ أمتار فيمكن تحديد المساحة المناسبة مبدئياً بما يحده خط كنتور ٣٠ أو ٣٥ متراً . وتلى ذلك الدراسات التفصيلية لتحديد أدق الأراضي المناسبة بناء على الانحدارات التفصيلية والتربة .. الخ .

ويمكن التعرف من اللوحات السكتورية مبدئياً على المواقع المناسبة لإقامة سد على أحد الأودية النهرية . ذلك أنه يتم اختيار جزء ضيق من الوادي وحيداً لو أن الجزء الذي يتم فيه تخزين المياه يتميز عموماً بالضيق والعمق كما هو الحال في السد العالي وبحيرته . ومن البديهي أن يتم اختيار الموقع لافي الأجزاء الدنيا من الأنهار الكبيرة وإنما في نقاط تسمح مناسبة يرى الأجزاء الواقعة فيما ورائها .

ويمكن من اللوحات السكتورية أن تحسب مقدماً مساحة البحيرة التي يمكن أن تتكون أمام سد يزعم بناؤه . بل يمكن حساب البحيرة في مراحل الامتلاء . كما أن هذه اللوحات يمكن أن تكون وسيلة لحساب كمية المياه التي يمكن أن تحتزن أمام سد ما عند كل منسوب . وبمعرفة مساحة البحيرة عند كل منسوب يمكن تقدير البخر بالنسبة لكل حالة ، إذا كانت هناك أرقام تمثل كمية البخر اليومية بحسب ما تسجله محطات الإحصاء . وقد أجريت عدة دراسات في هذه المجالات بالنسبة للسد العالي في مصر على سبيل المثال اعتمدت على الخرائط السكتورية .

وبتعمويل الخريطة السكتورية إلى خريطة كوربليت انحدار توضح مساحات ذات انحدارات متفاوتة يمكن التعرف على المساحات التي قد تعرض



لتعمرية التربة . وتعتبر مثل هذه الخرائط ذات أهمية خاصة في المناطق شبه الصحراوية والمضرة حيث تسقط أمطار أوفر مما يسقط في الصحارى وفي رحات شديدة أيضا . وكذلك بالنسبة لأراضى إقليم البحر المتوسط للمناخى أو غيرها .

وليست هذه الجوانب هى فقط ما تفيد فيه الخريطة الكنتورية التفصيلية بل هناك من الدراسات التطبيقية ما تستعمل الخريطة الكنتورية لتحديد مقدار الإشعاع الذى يتقبله السطح من الشمس . ذلك أن كمية الإشعاع تتأثر بجانبين تضاريسيين هما توجيه الشكل التضاريسى بالنسبة للأشعة الساقطة وكذلك درجة انحدار السطح .

فالمنحدرات المتجهة للجنوب مثلاً فى نحو ثلث الكرة الشمالى والمتجهة شمالاً فى نحو ثلث الكرة الجنوبى . تتقبل أشعة أكثر بكثير من المنحدرات الموجودة فى الجانب الآخر . وتتفاوت زاوية التقاء الأشعة بسطح الأرض تبعاً لدرجة الانحدار والموقع بالنسبة لمحور العرض بين الصيف والشتاء . وهذا مما تفيد به دراسات السياحة بصفة خاصة .

ومما تفيد فيه الخريطة الكنتورية أيضاً تحديد المناطق المناسبة لإقامة المنشآت أو مناطق الاستقرار السكى ، أو حتى إقامة معسكرات بصفة مؤقتة وتزداد أهميتها فى المناطق التى تتميز بحوادث جغرافية فجائية مثل السيول فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية والموسمية ، أو الانزلاقات فى المناطق الرطبة وشبه الجليدية .. الخ . فبمحص الخريطة جيداً يمكن اختيار مواضع فى محى من السيول أى بعيداً عن محاور الأودية أو خطوط الجريان لتنفيذ مثل هذه الأغراض . كذلك تساعد الخريطة على اختيار مواضع بعيدة نسبياً

عن المناطق التي يحتمل أن تحدث فيها انزلاقات أو سقوط الصخر بمساعدة  
شدة الانحدار .

ومما يذ كر كئثال أخير أن الخريطة السكتورية يمكن أن تساعد على  
التعرف المبدئي على بعض الأشكال البديوية الهامة في المناطق التي لم تجر فيها  
دراسات جيولوجية كافية . فتشير هذه الخريطة إلى بعض ما يوجد من قباب  
التوائية . والقباب الالتوائية قد تكون ذات أهمية بالغة من حيث الاحتمالات  
البترولية . وقد يكون إنعكاس هذه البنية في الخريطة على هيئة كويستات  
حلقية واضحة بينها خطوط تصريف حلقى ، أو على هيئة تصريف حلقى فقط .

## مراجع

- ١ — حسن أبو العنين : « أصول الجيومورفولوجيا » ( دار المعارف ) ،  
القاهرة ، ١٩٦٦ .
- ٢ — طه محمد جاد : « منخفض الداخلة — دراسة جبرولوجية » . رسالة  
دكتوراه أوصى بنشرها ، آداب عين شمس ، ١٩٧٤ .
- ٣ — على عبد الوهاب شاهين : « الخريطة الكنتورية في دراسة  
الجيومورفولوجيا » ، محاضرات الجمعية الجغرافية المصرية ،  
القاهرة ، ١٩٥٩ .
- ٤ — محمد صبحي عبد الحكيم ، وماهر عبد الحميد اللينى : « علم الخرائط »  
( مكتبة الأنجلو ) القاهرة ، ١٩٦٦ .
- ٥ — محمود عبد اللطيف عصفور ، ومحمد عبد الرحمن الشرنوبى : « الخرائط  
ومبادئ المساحة » ، ( مكتبة الأنجلو ) القاهرة ، ١٩٧٠ .
6. Clarke, J.I., 1970. "Morphometry from maps." in "Essays in Geo-  
morphology", edited by G.H. Dury (1970, Heinmann, London), pp.  
235-47.
7. Monkhouse, F.J. and Wilkinson, H.R., 1971, "Maps and Diagrams."  
(3rd ed.) Methuen, London.
8. Strahler, A.N., 1962, "Hypsometric (area-altitude) analysis of ero-  
sional topography." Bull. Geol. Soc. Amer., 63, pp. 1117-42.
9. Thornbury, W.D., 1969. "Principles of Geomorphology." (2nd ed.)  
John Wiley and Sons, N.Y.

# الفهرست

## الفصل الأول

### تعريفات وتوضيحات أساسية

٥	مقدمة
٦	الهاشور
٧	نقط التناسيب
١٢	الخطوط الكتورية
١٦	تغير الفاصل الكتورى
٢١	أمنة كتورية
٤٣	خطوط الكتور المبسطة
٤٥	خطوط التقسيم المبسطة
٥٠	مستويات شرط الجارى
٥١	أنماط التفسير

## الفصل الثانى

### التحليل المورفومتري للخريطة الكتورية

٦٤	أولا : تقاطعات
٦١	تمديد
٦٤	التقاطعات التضاريسية

٦٥	عمل القطاع التضاريس
٦٦	طريقة شريط الورق
٧٠	طريقة القياس
٧٢	المبالغة الرأسية
٧٦	تصنيف القطاعات
٧٧	القطاعات المتتالية
٧٩	القطاعات المتداخلة
٨٠	القطاعات البانورامية
٨١	القطاعات الطولية للأجسام
٨٤	القطاعات العرضية للأودية

#### ثانياً : طرق كمية أخرى

٨٧	تمهيد
٨٨	حساب الانحدار
٩٣	أيسوبليك: التضاريس المحلى
٩٥	أيسوبليك التل وجيب التمام
٩٦	كوروبليك الانحدار
١٠٢	خريطة المنحدرات بالنقطة
١٠٢	قطاعات النسب المتوية
١٠٧	المنحنى الهيدرومترى
١١٢	طرق أخرى للمساحة والارتفاع
١١٤	المنحنى الأليمتري التكرارى
١٢٠	الهستوجرام الأليمتري التكرارى
١٢٢	منحنيات الانحدار
١٢٧	التمثيل التكرارى للانحدار

- ١٤٨ -

### الفصل الثالث

#### بجوانب تطبيقية للخريطة الكتورية

١٢٩	.	.	.	.	.	.	الرؤية في المناطق المضروسة
١٣٦	.	.	.	.	.	.	الطرق والسكك الحديدية
١٤٠	.	.	.	.	.	.	الأغراض الزراعية والسدود

رقم الإيداع بدار الكتب

١٦٨٤/٤٧٥٥

الترقيم الدولي ١-٢٤٢-٠٥-١٢٢

دار فؤاد للطباعة

١٢ شارع محمد مراد - القاهرة





مكتبة الإنجاز المطبوع